

## Die neogene Flora von Ottendorf-Okrilla bei Dresden

## The Neogene Flora of Ottendorf-Okrilla near Dresden

Harald Walther<sup>1</sup> und Bernd Eichler<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden, Museum für Mineralogie und Geologie  
Königsbrücker Landstraße 159, 01109 Dresden, Deutschland  
h. walther.dresden@t-online.de

<sup>2</sup> Rabenauer Weg 1a, 01734 Rabenau, Deutschland

## Kurzfassung

In den letzten 25 Jahren wurde im Gebiet von Ottendorf-Okrilla bei Dresden (Sachsen, Deutschland) eine reiche Blattflora (2400 Belege) aus dem Neogen geborgen und bearbeitet. Sie stammt aus einer großen Flussrinnenfüllung (Abb. 2) und einer kleineren nördlichen Rinne. Nach dem Auftreten der Makrofossilien und ihrer morphologischen Analyse liegt eine parautochthone Vergesellschaftung vor. Die Blattreste (sehr selten auch karpologische Belege) liegen meist als Abdrücke (Impression), teilweise mit Eisenhydroxidabscheidungen, sehr selten schwach inkohlt (Kompression) vor. Die Bestimmung erfolgte nach der Blattmorphologie und -architektur. Es liegen 14 Arten aus 11 Familien vor. Es sind bis auf wenige Ausnahmen Vertreter eines sommergrünen Auenwaldes. Als dominante Sippen kommen *Taxodium dubium*, *Quercus pseudocastanea*, *Ulmus pyramidalis*, *Pterocarya paradisiaca*, *Zelkova zelkovifolia* und teilweise auch *Populus populina* vor. Thermophile Arten sind „*Parrotia*“ *pristina*, *Cercidiphyllum crenatum*, *Taxodium dubium* und *Liquidambar europaea*. *Ginkgo adiantoides*, *Salix* cf. *integra*, *Carpinus* cf. *grandis* und *Ulmus carpinooides* kommen nur akzessorisch vor. *Fagus* sp. aff. *Fagus kraeuselii* vel *F. silesiaca* ist der einzige Vertreter eines mesophytischen Waldes. In der zweiten, kleineren Rinne stellt *Fagus* sp. dagegen die absolut dominierende Formart dar. Nach Vergleichen mit neogenen Floren Mitteleuropas besteht in der Zusammensetzung große Analogie zu der Flora von Sosnica bei Wroclaw, Niederschlesien (Polen). Aber auch zu den obermiozänen Floren des Niederrheingebietes bestehen Analogien. Danach kann der sommergrüne Auenwald von Ottendorf-Okrilla in das höchste Obermiozän gestellt werden. Das Paläoklima war gemäßigt mit einer Jahresmitteltemperatur von 10 °C bis 14 °C und bei einem Jahresmittel der Niederschläge von 900–1000 mm/a.

## Abstract

From the Neogene of Ottendorf-Okrilla near Dresden (Saxony, Germany) a rich leaf flora (2400 specimens) has been found in the last 25 years in two channel fills. In the main channel fill (Abb. 2) were all morphospecies, mainly leaves found. The second one was smaller and full of leaves from *Fagus*. From the gross morphology the taphocoenose demonstrates a parautochthonous setting. The leaves (rarely fruits and seeds) are mostly impressions – sometimes with, sometimes without precipitations of FeOOH. Only some leaf fragments contain very delicate cuticles. Therefore the determination of this leaf flora was only possible by using the methods of grossmorphology and leaf architecture. There are 14 species from 11 families. Most of the species represent a typical deciduous riparian forest. Dominating species are *Taxodium dubium*, *Quercus pseudocastanea*, *Ulmus pyramidalis*, *Pterocarya paradisiaca*, *Zelkova zelkovifolia* and *Populus populina*. Thermophilous elements were represented by “*Parrotia*” *pristina*, *Cercidiphyllum crenatum*, *Taxodium dubium* and *Liquidambar europaea*. *Ginkgo adiantoides*, *Salix* cf. *integra*, *Carpinus* cf. *grandis* and *Ulmus* cf. *carpinooides* are accessory elements. Only the accessory *Fagus* sp. aff. *F. kraeuselii* vel *F. silesiaca* demonstrate a species of a “Mixed mesophytic Forest”. But in the second smaller river channel fill the fossil leaves were characterised by the dominance of *Fagus* sp. In comparisons to other neogene Floras of Central Europe the Flora of Ottendorf-Okrilla is very similar to the famous Flora of Sosnica near Wroclaw, Lower Silesia (Poland). But there are also some similarities to the Floras of the lower Rhine region. Therefore this deciduous riverside forest can be classified in the uppermost Miocene. The vegetation thrived under temperate condition (main annual temperature of 10 °C to 14 °C by annual precipitation of 900–1000 mm).

## 1. Einleitung

Das Tertiärvorkommen von Ottendorf-Okrilla bei Dresden ist seit über hundert Jahren bekannt. Nordwestlich vom Ort wurden von Herrmann (1890) und Hazard (1888) Kiese kartiert, die als Oligozän bzw. Miozän eingestuft wurden. Sie erreichen Mächtigkeiten von etwa 40 m (Wolf & Alexowsky 1994). Genieser (1955, 1957a, 1962) und Genieser & Diener (1958) sahen die Lagerstätte als Teil des „Älteren Senftenberger Elblaufes“ an. Dabei wurde ein Hangenteil (A2-Terrasse) als Quartär eingestuft und von einem liegenden Teil (A1-Terrasse) der als Pliozän eingestuft wurde, unterschieden. Beide Terrassen werden durch zwischengeschaltete stark zersetzte Tongerölle getrennt. Nach den Funden von Blattresten wurde die Lagerstätte ins Obermiozän gestellt (Ahrens et al. 1968, Jähnichen 1968). Präger (1975) lehnte die Florenbelege für eine stratigraphische Einstufung ab und nimmt eine Eindriftung der fossilführenden Tonschollen aus der unmittelbaren Umgebung an. Diese Annahme wird von Kube (1979) äußerst kritisch bewertet. Funde von Moldavit (seit 1967 durch Nicht bekannt) werden von Lange (in Wolf & Alexowsky 1994) gemeinsam mit allen Moldavit-Funden im Bereich des Senftenberger Elblaufes („Lausitzer Moldavite“) als eine eigenständige Einheit im mitteleuropäischen Tektitstreufeld angesehen. Die allgemeine Annahme, dass es sich um umgelagertes Material aus dem südöhmischen Raum handeln kann, wird damit nicht geteilt. Walther in Kube (1979) und Walther in Wolf & Alexowsky (1994) sieht auf Grund der Florenzusammensetzung große Analogien zu der klassischen Tertiärflora aus Sośnica (Schossnitz), Niederschlesien, Polen, die erstmals von Goeppert (1855) beschrieben wurde. Die Flora von Sosnica wird aufgrund detaillierter karpologischer und blattanatomischer bzw. -morphologischer Untersuchungen in das höchste Obermiozän gestellt (Łańcucka-Środoniowa et al. 1981, Walther & Zastawniak 1991, 2005, Zastawniak & Walther 1998).

In vorliegender Studie wird versucht, anhand der sehr individuenreichen Flora sowie ihrer paläoökologischen und paläoklimatischen Interpretation eine stratigraphische Einstufung durchzuführen. Den Autoren sind dabei durchaus die Grenzen und die Unsicherheiten eines solchen Verfahrens bekannt.

Für die vielseitige Unterstützung bei der Bereitstellung der fossilen Belege danken wir dem Sektionsleiter Dr. Lutz Kunzmann, Museum für Mineralogie und Geologie Dres-

den und Frau Dipl. Geol. Rathner, ehemals Museum der Westlausitz, Kamenz. Für zahlreiche weiterführende Diskussionen gilt unser Dank Herrn Prof. Dr. D.-H. Mai, Berlin, den Herren Prof. Dr. Z. Kvaček und Dr. E. Knobloch, Prag sowie Herrn Dr. J.-M. Lange, Dresden. In technischen Fragen erhielten wir Unterstützung von Frau B. Bastian, Frau E. Kühne, Frau J. Münch und Herrn F. Höhler, Dresden. Unser weiterer Dank gilt Frau Dr. B. Ditsch, Dresden. Bei der Textzusammenstellung und Redaktion erhielten wir große Unterstützung von Frau S. Scheibe, Frau T. Domnowsky und Herrn M. Fischer, Dresden.

## 2. Material und Methoden

In den letzten zwei Jahrzehnten wurden im Grubenbereich mehrfach unterschiedlich mächtige fossilführende Tonlinsen angefahren. Die mächtigsten wurden Ende der 70er Jahre abgebaut (Abb. 1, Kube 1979). Durch mangelhaften Informationsfluss konnten diese Linsen nur in ihrer Endphase vom Autor und weiteren Mitarbeitern des Museums für Mineralogie und Geologie Dresden besammelt werden. Zweifellos sind dadurch zahlreiche einmalige Makrofossilbelege (hauptsächlich Blätter) verloren gegangen. Es wurden 2.400 fossile Belege untersucht. Sie stammen aus den Sammlungen des Museums für Mineralogie und Geologie Dresden (MMG) und vom Museum der Westlausitz Kamenz (Mus. Kamenz). Letzteres verdankt seine Sammlung dem unermüdlichen Eifer von Herrn Herbert Wagner, Laußnitz, der Jahrzehnte die Kiesgrube beprobte. Später kamen weitere Aufsammlungen durch Dr. J.-M. Lange, Dresden und Prof. Dr. B. Eichler, Dresden dazu.

Die Pflanzenreste sind fast ausschließlich an die Tone gebunden. Die Ausnahme besteht in einem im Kies gefundenen ca. 1,40 m langen und 0,2 m breiten Stammrest. Es handelt sich dabei vermutlich um Treibholz einer Taxodiaceae. Detaillierte Untersuchungen sind einer besonderen Studie vorbehalten.

Bei den Makrofossilien handelt es sich bis auf wenige Belege von Früchten (Abdrücken), um Angiospermenblätter und Kurztriebe von *Taxodium*. Die Blattfossilien zeigen auf den Schichtflächen der klastischen, meist grauen bis licht ockerfarbenen Tone eine ungestörte Ablagerung. Sie sind paketweise, sehr dicht übereinander gelagert. Die

außerordentliche Häufigkeit an Blattresten und ihre dichte Überlagerung erschweren ein Erfassen der einzelnen Sippen außerordentlich. Sehr vereinzelt können die Blätter mehr oder weniger stark verdrückt sein, was als Ergebnis von diagenetischen Senkungsprozessen des feinklastischen Sediments zu werten ist. Die fossilführenden Horizonte sind im Durchschnitt 50 mm bis 150 mm mächtig. Sie waren fast über die gesamte 25 m mächtige Tonlinse verteilt. Dabei waren die weißlich-grauen Tonlagen besonders reichlich fossilführend, während in den eher schluffigen bis feinsandigen Partien pflanzliche Fossilien höchst selten vorkamen. In den Tonen hinterlassen die Blätter Abdrücke, auf denen alle Einzelheiten der Blattneratur und Randausbildung überliefert sind. Meist heben sie sich optisch kaum vom Sediment ab, so dass ihre Dokumentation fast nur durch Zeichnungen erfolgen kann. Hervorragend sind hingegen die Blattreste fotografisch belegbar, die sich durch braunrote Ausscheidungen einer Eisenoxidverbindung hervorheben. Mit ihrer Zusammensetzung und Genese hat sich der Koautor dieser Studie beschäftigt.

Um die Zusammensetzung der Ausscheidungen näherungsweise kennen zu lernen, wurde eine Elementaranalyse (ICP-OES) durchgeführt. Dazu war die Analyse der in Königswasser (HCl, 3 Teile; HNO<sub>3</sub>, 1 Teil) löslichen Fraktion der herauspräparierten farbigen Schicht eines Blattabdruckes nötig.

In Tabelle 1 sind die Messergebnisse für die analysierten Elemente in der Reihenfolge steigender Ordnungszahlen zusammengestellt. Die Elementgehalte wurden auf Eisen normiert (Fe = 100.000). In der zweiten Spalte ist das Verhältnis der normierten Elementgehalte zu den ebenfalls auf Eisen normierten *Clarke*-Werten der jeweiligen Elemente angegeben, um relative Anreicherungen deutlich zu machen.

Entsprechend der Zusammensetzung kann die Ausscheidung als Limonit (Brauneisenstein) bezeichnet werden. Als Begleitelemente sind Phosphor, Vanadium, Mangan, Chrom, Silizium, Aluminium, Barium und Calcium bekannt. Diese Elemente treten auch in den Ausscheidungen auf. Ihre Gegenwart weist auf Mitfällungsprozesse bzw. die adsorptive Bindung der Mikrokomponenten an ein Eisenhydroxidgel und damit auf die kolloidale Genese der Ausscheidungen hin.

Phosphor und Arsen wurden sicher als Phosphat und Arsenat zusammen mit dem Eisenhydroxid ausgefällt. Die Alkali- und Erdalkalimetalle sowie das Aluminium und Silizium stammen von den Tonmineralien des Substrat-

materials. Quelle der Elemente Zink, Arsen, Cadmium, Blei und Bor ist vermutlich eine Verwitterungslösung von Gesteinen, die Zinkblende, Arsenkies, Bleiglanz und Schörl enthielten. Das könnte ein Hinweis auf erzgebirgische Gesteine sein.

Der Transport- und Depositionsmechanismus der Bestandteile der Abscheidungen ist sicher komplex. Denkbar wäre eine Beteiligung der organischen Originalstoffe. Während des Abbauprozesses können solche Stoffe sehr gut als Sorptionsmaterial für Kationen dienen. Diese Auffassung wird durch die besonders hohe Konzentration des Eisens im Bereich der Blattnerven und -stiele sowie durch die geometrische Form der Abscheidungen, die zerfallende Blattfragmente nachzeichnen, gestützt. Das spätere Eindiffundieren von Ionen der genannten Elemente, einschließlich des Eisens, ist prinzipiell möglich, wird aber in einer Tonmatrix nicht begünstigt.

Der Abscheidungsgrad und der Erhalt der dünnen Limonit-Schichten sind an einen pH-Wert > 3 sowie oxidierende Bedingungen gebunden. Diese Voraussetzungen haben offensichtlich seit der Sedimentation des Tons existiert. Hinweise auf Pyrit-Ausscheidungen (evtl. auch Kristallabdrücke bzw. -negative) sind bisher nicht zu finden. Im östlichen Grubenbereich waren kurzzeitig kohlige Tufflinsen aufgeschlossen. Die Blattreste zeigten eine sehr schwache Inkohlung der Lamina, die für die Kutikularanalyse bisher wenig brauchbare Ergebnisse geliefert hat.

Die Proben wurden mechanisch so präpariert, dass dabei möglichst viele Blattreste freigelegt werden konnten. Nach Möglichkeit erfolgte eine besondere Präparation größerer Tonplatten, um taphonomische Aussagen geben zu können. Das gelang aber nur bedingt, da durch Sackungerscheinungen in den Tonen kaum größere Platten zu gewinnen waren. Um einen Abrieb der fossilen Belege zu verhindern, wurden die fossilfreien Flächen mit farblosem Latex überzogen. Aus der Sammlung des Museums der Westlausitz in Kamenz konnten eine Reihe schwach inkohlter, im mehr oder weniger stark schluffigen Ton erhaltene Blattfragmente (*Quercus pseudocastaneae*, *Salix* cf. *integra*) anatomisch untersucht werden. Meist ist die Kutikula so zart, dass sie sich nicht mehr gewinnen lässt. Häufig kann aber auch die inkohlte organische Substanz in so kleinen Fragmenten zerlegt vorliegen, dass der Nachweis einer Kutikula unmöglich wird. Die Mikropräparation erfolgte wie von Walther (1972, 1999) angegeben. Meist gelang es nur, die Kutikulen in situ zu betrachten.

**Tab. 1:** Elementgehalte der Eisenausscheidungen auf den Blattabdrücken (*Depressions*). **A** = Anreicherung; **B** = Begleitelement; **NG** = Nachweisgrenze**Tab. 1:** Element composition of the iron precipitation on leaf impressions (*depressions*).

Element	relativer Gehalt	relativer Gehalt / relativer Clark-Wert	Bemerkung
Li	< 20	–	NG
Be	8	1.02	–
B	60	10.20	A
Na	6000	0.12	–
Mg	2320	0.06	–
Al	11400	0.07	B
Si	1840	0.003	B
P	2200	1.40	B
S	600	0.61	
K	1440	0.03	
Ca	10800	0.15	B
Ti	140	0.01	
V	1120	3.81	A, B
Cr	2800	3.37	A, B
Mn	284	0.16	B
Fe	100 000	1.00	Normierung
Co	36	0.61	
Ni	40	0.26	
Cu	52	0.27	
Zn	272	2.78	A
As	324	19.06	A
Sr	46	0.06	
Zr	100	0.26	
Mo	< 8	–	NG
Ag	< 8	–	NG
Cd	8	8.16	A
Sn	< 12	–	NG
Ba	132	0.14	B
Hg	< 20	–	NG
Pb	100	3.18	A

Alle Belege wurden zeichnerisch erfasst. Das Durchzeichnen erfolgte mittels einer direkt auf die Proben aufgelegten Akrylfolie mit Feder und Tusche. Die Zeichnungen wurden 2× vergrößert, korrigiert und dann später wieder auf die natürliche Größe herab kopiert. Die entsprechenden rezenten Vergleichssippen stammen aus dem

Herbar des MMG, dem Herbar des Institutes für Botanik der Universität Wien, aus dem Missouri Botanical Garden St. Louis, Missouri, USA, und den dort angeschlossenen Herbarien sowie aus dem Botanischen Gärten der Technischen Universität Dresden und der Universität Leipzig. Für Detailuntersuchungen wurden Blätter aus der

„Cleared leaf“-Sammlung des MMG benutzt. Die Beschreibung erfolgte nach der von Hickey (1973), Dilcher (1974) und „Manual of leaf architecture“ (1999) angeführten Terminologie, wobei auch auf Wagenitz (1996) und Krüssmann (1976) zurückgegriffen wurde.

Weitere Details stammen aus modernen tertiärbotanischen Arbeiten wie Knobloch & Kvaček (1976), Wilde (1989), Eder-Kovar (1988), Mai (1995), Zastawniak & Walther (1998) und Walther (1999), Walther & Kvaček (2007).

### 3. Systematische Beschreibung der Gattungen und Arten

#### Ginkgoaceae

#### *Ginkgo* Linné

Diese monotypische Gattung besitzt heute in Ostchina, im Grenzgebiet Anhui und Zhejiang (Chekiang) und in den entfernten Tälern des Tien-Mu-Shan Gebirges ihr letztes Refugialgebiet. Sie bildet kleine Populationen in „Mixed Conifer-broad-leaved Forests“ auf sauren wechselfeuchten gelben Lössböden (pH 5–5,5) in 300–1100 m Höhe. Über die Ökologie am natürlichen Standort ist sonst wenig bekannt. Seit mehr als 1000 Jahren wird der Ginkgo in China kultiviert (Silberaprikose). Nach Europa wurde er erst zwischen 1727 und 1737 eingeführt. Aufgrund seiner Resistenz gegen Insektenfraß, Bakterien-, Virus- und Pilzkrankungen (Florin 1931, Wang 1961, Page 1990, Wu Zhengyi & Raven 1999) wird er oft als Parkbaum angepflanzt.

Der Ginkgo ist ein laubwerfender, langlebiger, reich verästelter Baum. Er erreicht eine Höhe von 30–40 m. Im Habitus ist er sehr vielgestaltig. Die fast lederartigen Blätter sind fächerförmig. Durchschnittlich sind sie 50–80 mm breit und lang gestielt. An der breitesten Stelle können sie eingeschnitten oder auch gelappt sein. Sie sind parallel- und gabelnervig (dichotom). Zwischen den Nerven befinden sich Sekretgänge. Die Blätter sind meist hypostomatisch; männliche Bäume besitzen an den Langtrieben jedoch auch einige Stomata auf der Blattoberseite. Die Stomata bilden breite Bänder zwischen den Nerven. Die Nebenzellen sind papillös, die Schließzellen besitzen ver-

holzte Periklinal-Wände. Die Blätter an Langtrieben sind wechselständig, häufig geteilt und groß. Im Gegensatz dazu sind die in Büscheln an den Kurztrieben wachsenden Blätter meist kleiner und ungeteilt. Die Blüten des zweihäusigen Baumes befinden sich in den Achseln der Blätter. Die männlichen Blüten besitzen zahlreiche Staubblätter, deren Pollenkörner denen der Cycadales ähneln. Der Pollen wird durch den Wind auf andere Blüten übertragen. Damit gehört der Ginkgo zu den anemophilen Pflanzen. Die weiblichen Blüten besitzen zwei Samenanlagen an langem Stiel.

Die Gattung Ginkgo ist seit dem unteren Jura auf der gesamten Nordhemisphäre verbreitet. Vom Paläozän bis zum Oligozän konnte diese in gesamt Ostasien sehr häufig nachgewiesen werden, wohingegen im Miozän, Pliozän und Pleistozän der Ginkgo nur noch in Südostjapan verbreitet war. Im pazifischen Nordamerika ist der Ginkgo im Unter- bis Mittelmiozän bekannt (Uemura 1997). In Mitteleuropa tritt er mit einer Art, *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, sporadisch vom Untermiozän (z. B. Wiesa b. Kamenz), Obermiozän bis Pliozän als Akzessorium auf. Aufgrund einer Reihe ursprünglicher Merkmale wurde der *Ginkgo* bereits von Darwin in „On the Origin of Species“ (1859) als „Lebendes Fossil“ bezeichnet.

**Artbeschreibung:** Heer 1878; Mädler (1939); Tralau (1968); Givulescu & Olos (1973); Eder-Kovar (1988), Givulescu (1990), Belz & Mosbrugger (1993), Uemura (1997).

#### *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer

Taf. 1, Fig. 10; Taf. 8, Fig. 1

**Basionym:** 1845 *Salisburia adiantoides* Unger,  
Chloris ropogaea: 12

- 1878 *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, Flora fossilis arctica 5: 21.
- 1934 *Ginkgo biloba* L. fossilis – Weyland, Abh. preuß. geol. Landesanstalt NF 161: 39, Niederrheinische Bucht – Hauptkiesserie, Fischbach, (Obermiozän/Unterplozän).
- 1939 *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, Mädler, Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges., 446, S. 46, Taf. 5, Fig. 1–4, Klärbecken, Frankfurt/M. (Unterplozän).
- 1963 *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, Givulescu, N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 2, S. 105, Fig. 3, 4, Chiuzbaja, Maramures Okermiozän).

- 1969 *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, Givulescu & Ghirca, Inst. Geol. Memorii **10**, S.18, Taf. 17, Fig. 1a, b, Chiuzbaja, Maramures (Obermiozän).
- 1973 *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, Givulescu & Olos, Inst. Geol. Memorii **19**: 31, Taf. 11, Fig. 7, 8, Taf. 13, Fig. 2, Chiuzbaja, Maramures (Unterpliozän).
- 1974 *Ginkgo biloba* L. foss. Weyl. – Kramer, Mitt. dt. Dendrol. Ges. **67**, S. 227, Niederrheinische Bucht – Inden-Schichten, Frechen (Obermiozän).
- 1979 *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, Givulescu, Inst. Geol. Geof. Memori **28**, S. 11, 75, Taf. 9, Fig. 4–6, Chiuzbaja, Maramures (Obermiozän).
- 1980 *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, Knobloch, Zapadne Karpaty, ser. Palaeontologia, **5**, S. 97, Taf. 83, Fig. 1, Dubnany, Südmähren (Obermiozän, Pannon).
- 1988 *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, Eder-Kovar, Beitr. Paläontol. Österreich, **14**, S. 26, Taf. 1, Fig. 1–3, Lohnburg, Oberösterreich (Obermiozän).
- 1990 *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, Givulescu, Ed. Acad. Române: 26, Taf. 10, Fig. 1, Taf. 25, Fig. 4, Taf. 26, Fig. 1. Chiuzbaia, Maramures (Obermiozän).
- 1994 *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, Belz & Mosbrugger, Palaeontographica B, **233**, 1–6, S. 34, Taf. 1, Fig. 2, Taf. 8, Fig. 1–3, Niederrheinische Bucht – Inden-Schichten, Hauptkiesserie (Obermiozän, Obermiozän/Unterpliozän).
- 1994 *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, Kvaček, Hably & Szakmány, Földtani Közlöny **124** (1) S. 69, Taf. 1, Fig. 1–2, Gérce, Pula, Transdanubien (Unterpliozän)
- 1997 *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, Hably & Kvaček, Studia Naturalia 10, S. 12, Taf. 1, Fig. 1–4, Taf. 2, Fig. 5–6, Taf. 3, Fig. 7–8, Gérce, (Unterpliozän)

Neben dem Rest eines Blattes liegt ein fast vollständig erhaltenes Blatt vor. Das Blatt ist fächerförmig, 47 mm lang, etwa 54 mm breit und ungeteilt. Der obere Spreitenrand ist gebogen aber teilweise zerstört. Der Blattstiel erreicht eine Länge von 17 mm. Die von der Spreitenbasis ausgehende und am oberen Spreitenrand endende Nervatur ist parallel bis dichotom, fächerförmig und dicht. Die organische Substanz der Blattlamina ist in Eisenhydroxid umgewandelt. Anatomische Untersuchungen sind nicht möglich.

**Bemerkungen:** Form, Größe und Nervatur zeigen völlige Übereinstimmung zu den aus dem europäischen Miozän und Pliozän beschriebenen Belegen von *Ginkgo adiantoides* (z. B. Mädler 1939, Eder-Kovar 1988, Givulescu 1990, Belz & Mosbrugger 1994, (s. auch Synonymliste). Wie in anderen jungtertiären Floren stellt diese typische arktoter-

tiäre Sippe in der Flora von Ottendorf-Okrilla nur ein sehr seltenes Akzessorium dar. Über die Ökologie lassen sich kaum Aussagen machen.

**Vorkommen:** Vom Untermiozän bis Oberpliozän als seltenes Akzessorium in Europa auftretend. MMG Dresden: O-O 535, 536.

### Cupressaceae s. l. (Taxodiaceae)

#### *Taxodium* Richard

Heute besteht ein Reliktareal im atlantischen Nordamerika (Golfstaaten) und im subtropischen Mittelamerika (bes. Mexiko) mit drei Arten (*T. distichum* (L.) Richard, *T. mucronatum* Ten., *T. ascendens* Brongniart). *Taxodium* ist in Moor-, Sumpf- bzw. in flussbegleitenden Auenwäldern meist der dominante Baum („*Nyssa-Taxodium*-Feuchtwald“). In Flachwasserbereichen bzw. Sümpfen erlangt er die Keimfähigkeit erst nach 10- bis 20-jährigem Trockenfallen des Substrates. Er gedeiht sowohl auf sauren als auch auf basischen Böden. Juvenile Pflanzen sind frostempfindlich. Adulte Exemplare hingegen können klimatisch starke Temperaturunterschiede vertragen, sind aber immer an Luft- und Bodenfeuchtigkeit gebunden. In Europa ist die Gattung seit etwa 1640 in Kultur verbreitet.

*Taxodium* entwickelt sich bei einer mittleren Januartemperatur von  $-1,5^{\circ}\text{C}$  zu mächtigen Bäumen.

Fossil ist *Taxodium* aus der Oberkreide (Cenoman, Maastricht) mit zwei Arten bekannt (Knobloch & Mai 1986). Im Tertiär wird die Sumpfyzypresse durch mehrere, schwer voneinander trennbaren Arten vertreten, die nur nach karpologischen Merkmalen genau bestimmbar sind. *Taxodium* ist in Sedimenten fluviatiler Horizonte dominant; selten kommt sie direkt in der Braunkohle vor. Ab dem Unteroligozän stellt sie die „Kennart“ im „*Nyssa-Taxodium*-Feuchtwald“ und im „flussbegleitenden Auenwald“ sensu Mai & Walther (1978) dar.

Die flachen Zapfenschuppen sind durch eine Deckschuppe mit Spitze im vorderen Teil, mehr oder weniger polygonale Schuppenschilder und bogig ausgerandete bis kantige sowie stachelspitzige bis höckerige Samenschuppen gekennzeichnet. Die Samen sind kantig und ungeflügelt. Die sommergrünen Nadelblätter sind an den Kurztrieben linealisch, flach und spitzen sich allmählich zu.

Sie besitzen eine gedrehte herablaufende Basis, sind zweiseitig absteigend oder leicht spiralig angeordnet. An den Langtrieben sitzen meist schuppenförmige, spiralig angeordnete Blätter. Die Epidermis ist zart. Die Blätter sind amphistomatisch. Die in Reihen stehenden Stomata sind meist cyclozytisch, vereinzelt aber auch unvollkommen amphizyklisch. Sie sind überwiegend waagrecht zum Blattrand angeordnet, können jedoch auch schief und in Ausnahmefällen parallel orientiert sein.

Ein Artenschlüssel nach Samen ist nicht möglich. Auch nach der Benadlung ist die Bestimmung äußerst unsicher, da alle Arten eine ausgeprägte Heterophyllie besitzen.

**Artenbeschreibung:** Heer 1855, 1869; Sveshnikova & Budancev 1960, Dorofeev 1963a, 1976a; Bůžek & Holý 1964, Nikitin 1965, Mai & Walther 1978, Gregor 1982a, Knobloch & Mai 1986, 1995, Kunzmann et al. 2009).

*Taxodium dubium* (Sternberg) Heer  
emend. Kunzmann et al. (2009)

Taf. 1, Fig. 13; Taf. 5; Taf. 8, Fig. 2

**Basionym:** 1823 *Phyllites dubius* Sternberg,  
Versuch geognost. bot. Darstell. Fl. Vor-  
welt, I (3), S. 37, 39; Taf. 36, Fig. 3,  
Grube Lobkowitz b. Bilina, Nord-  
böhmen U(termiozän).

- 1838 *Taxodites dubius* Presl (in Sternberg), Versuch geognost. bot. Darstell. Fl. Vorwelt, II, S. 204 s. o.  
1855 *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer, Fl. Tert. Helv. I, S. 49, Taf. 17, Fig. 5–15.  
1988 *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer, Mai & Walther, Quartärpaläontologie, 7, S. 70, Taf. VI, Fig. 17–20, Taf. VII, Fig. 2–7, Berga, Thüringen (Oberpliozän).  
1996 *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer, Belz & Mosbrugger, Palaeontographica B, 233, S. 36, Taf. 1, Fig. 4, Taf. 8, Fig. 4, Niederrheinische Bucht – Inden-Schichten (Obermiozän), Hauptkiesserie (Miozän/(Pliozän), Rotton U(terpliozän).  
2009 *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer emend. Kunzmann et al., Rev. Palaeobot. Palynol, Utrecht

**Weitere Synonyma** s. z. B. Belz & Mosbrugger (1994).

Es liegen sehr viele Kurztriebe sowie eine männlich Blütenrispe vor; karpologische Belege konnten bisher nicht

nachgewiesen werden. Die Kurztriebe erreichen Längen von 35 bis über 55 mm. Die Nadelblätter sind 9 mm bis etwa 20 mm lang. Die Längsten befinden sich meist im Medianteil der Kurztriebe. Diese wurden entsprechend der Terminologie von Florin (1931) als Jugendblättern bezeichnet. Walther & Kunzmann (i. Dr.) hingegen fassen sie als Schattenblätter auf. An den Basen der Kurztriebe und an den selteneren Blattknospen sitzen kleinere, schuppenförmige Nadeln, deren Ränder einen unregelmäßig gezackten Hautsaum besitzen können. Die Nadelblätter sind opponierend bis subopponierend, seltener auch alternierend bzw. gescheitelt (sensu Florin 1931). Sie haben am Stiel herablaufende Basen und sind in eine lange Spitze ausgezogen.

Die bis zu 60 mm lange männliche Blütenrispe besteht aus mehreren männlichen Blüten. Sie kommt an der Basis alternierender und spiralig angeordneter Blätter vor.

**Bemerkungen:** Zweifelsfrei handelt es sich bei vorliegenden Kurztrieben trotz fehlender Epidermisstruktur um die vom Oberoligozän bis Oberpliozän in Europa verbreiteten Art *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer emend. Kunzmann et al. Diese Zuordnung wird durch das Vorkommen der charakteristischen männlichen Blütenrispe bestätigt. Aufgrund der geringen Blütengröße liegt vermutlich ein unreifes Exemplar vor. Mit etwa 1491 Kurztrieben besitzt *Taxodium* die absolute Dominanz in der neogenen Waldvegetation von Ottendorf-Okrilla. Ähnlich zu anderen jungneogenen Fundpunkten Europas erscheinen die Nadelblätter etwas länger, als es bei Proben aus untermiozänen Lokalitäten der Fall ist.

Über Nomenklatur und Taxonomie vergl. Hummel (1983), Mai & Walther (1988), Belz & Mosbrugger (1996), Kunzmann et al. (2009). Rezentvergleiche entsprechen vor allem der im südöstlichen Nordamerika (Florida, Mississippi) verbreiteten *Taxodium distichum* (L.) Richard.

**Vorkommen:** Oberoligozän bis Pliozän aus ganz Europa bekannt.

MMG Dresden: O-O (nicht katalogisiert) ca. 1450 Kurztriebe, O-O 317 (männliche Blütenrispe). Museum Kamenz: KAM O-O (nicht katalogisiert) ca. 41 Kurztriebe.

## Cercidiphyllaceae

*Cercidiphyllum* Siebold & Zuccarini

Diese Gattung ist wie der *Ginkgo* ein „lebendes Fossil“. Die nur noch mit zwei Arten einer deutlich reliktdären Familie vertretene Gattung hat bis heute in einem kleinen Areal in Zentralchina und Nord- und Mitteljapan überlebt. Die großen, sommergrünen Bäume können am natürlichen Standort eine Wuchshöhe bis zu 30 m Höhe erreichen und sind meist mehrstämmig. Die Laubblätter sind gegenständig oder selten wechselständig, drüsig gekerbt und besitzen eine handförmige Nervatur. Cercidiphyllaceae sind zweihäusig. Der Fruchtstand, ein Polykarpium, besteht aus zwei bis sechs gestielten Balgfrüchten, die ventral (nach außen) aufspringen. Die zahlreichen einseitig oder zweiseitig geflügelten Samen sind in zwei Reihen angeordnet und weisen jeweils ein kleines Samenkorn mit horniger, spiralstreifiger Testa auf.

Eine waldbildende Bedeutung hat *Cercidiphyllum* besonders in den „Mixed Mesophytic Forests“ am oberen Changjiang, in den „*Castanea*-Zone-Forests“ von Zentralhonshu (Wang 1961, Tanai 1970), in den „Deciduous Broadleaved Forests“ von Gansu und Shenxi sowie in den „*Fagus crenata*-Forests“ von Honshu und Hokkaido. Des Weiteren kommt *Cercidiphyllum* in den „Montane-boreal Coniferous Forests“ von Xijang und den borealen Wäldern von Hokkaido (Wang 1961, Ohwi 1965) vor.

Seit 1865 wird *Cercidiphyllum* (Katsurabaum, Kuchenbaum) in Europa in Parkanlagen und Gärten als dekorativer Zierbaum angepflanzt. Der Baum ist sehr lichtbedürftig und empfindlich gegen starke Sommertrockenheit.

Fossil waren die unmittelbaren Vorläufer in der Kreide und im tiefen Paläogen der Nordhemisphäre verbreitet. In Europa ist *Cercidiphyllum* seit dem Unteroligozän mit Blattresten, Kutikulen und Fruktifikationen (z. B. Kundratice, Seifhennersdorf) sowie palynologisch nachweisbar. *Cercidiphyllum* ist ein wichtiger Vertreter in tertiären Wäldern und in den Pioniergehölzen. Die dimorphen Blätter sind makromorphologisch nach Areolen- und Randanalysen, Tanai (1981); mikromorphologisch (Epidermisstruktur), Jähnichen et al. (1979), Kvaček & Konzalova (1996) gut bestimmbar.

**Artenbeschreibungen:** Brown (1939); Jähnichen et al. (1981); Mai & Walther (1988); Belz & Mosbrugger

(1994); Knobloch (1998); Kvaček & Konzalova (1996); Kvaček & Walther (1998).

*Cercidiphyllum crenatum* (Unger) R. W. Brown

Taf. 1, Fig. 6

**Basionym:** 1850 *Dombeyopsis crenata* Unger, Genera et spec. plant foss. S. 448.

- 1935 *Cercidiphyllum crenatum* (Unger) R. W. Brown, J. Palaeont., **9**, S. 575.  
 1980 *Cercidiphyllum crenatum* (Unger), R. W. Brown, Jähnichen, Mai & Walther, Schriftenreihe Geol. Wiss., **16**: 357–399, Taf. 1–5, Abb. 1, 2. Mehrere Fundorte Mitteleuropas (Mitteloligozän–Oberpliozän).  
 1994 *Cercidiphyllum crenatum* (Unger) R. W. Brown, Belz & Mosbrugger, Palaeontographica B **233**, S. 44, Taf. 2, Fig. 5, Niederrheinische Bucht, Inden-Schichten (Tagebau Frechen und Hambach – Obermiozän, Hauptkiesserie (Tagebau Garzweiler – Mio/Plioizän).  
 1998 *Cercidiphyllum crenatum* (Unger) R. W. Brown; Eder-Kovar, Meller & Zetter, Mitt. Ref. Geol. und Paläont. Landesmuseum Joanneum SH **2**: 243, Taf. 1, Fig. 3–6, Taf. 2, Taf. 3, Fig. 1, Oberdorf, Steiermark (Untermiozän).

**Weitere Synonyme** s. Iljinskaja in Takhtajan et al. (1974, S. 126); Jähnichen et al. (1980 S. 357–399); Belz & Mosbrugger (1996 S. 44); Eder-Kovar et al. (1998 S. 243); Kvaček & Walther (1998 S. 11).

Es liegen drei Blattreste vor, die zu *C. crenatum* gestellt werden können. Sie stammen von rundlichen Blättern. Die Blätter sind 50 mm lang und mehr als 40 mm breit. Eine breit cuneate bis schwach cordate Basis fehlt. Der Rand ist regelmäßig, fein gekerbt bis fein kerbig gezähnt. Die Blätter sind aktinodrom. Die Anzahl der Basalnerven (zwischen drei und fünf) kann nicht genau bestimmt werden. Alternierend münden vier bis fünf Sekundärnerven nach mehrfacher Gabelung in Spitzen der Blattzähnen. Die Tertiärnerven führen bogenläufig zum Rand.

**Bemerkungen:** *Cercidiphyllum* kommt sowohl in den miozänen Floren (z. B. Turow, Westpolen – Hummel (1970, 1975), z. T. Niederrheinische Bucht – Belz & Mosbrugger (1994) als auch in pliozänen Floren wie Frankfurt/ M. – Mädler (1939), Berga – Mai & Walther (1988), Willershausen – Knobloch (1989) nur sporadisch

vor. Wesentlich häufiger ist die Art in den „vulkanischen Floren“ des České Středohoří (Böhmisches Mittelgebirge), die ins Unteroligozän (Bellon et al. 1998) zu stellen sind. Das trifft z. B. für Kundratice (Engelhardt 1895, Kvaček & Walther (1998), Hrazeny – Knobloch (1961), Bechlejovice – Knobloch (1994) und seinen Ausläufern nach Nordböhmen oder in die Oberpfalz wie das Oberoligozän von Seussen, Knobloch (1971b) zu. Im Untermiozän des Nordböhmischen Tertiärbeckens stellt diese Sippe ebenfalls nur ein Akzessorium in der „*Engelhardia-Taxodium* Gesellschaft“ dar (Boulter et al. 1992). Weitere Übereinstimmungen finden sich in den Ergebnissen aus Untersuchungen anderer Fundorte der Nordhemisphäre, z. B. Iljinskaja in Takthajan et al. (1974).

Als Besonderheit für Europa muss das gehäufte Vorkommen von *C. crenatum* in der untermiozänen Schichtenfolge von Oberdorf, Steiermark wie Eder-Kovar et al. (1998) beschreibt, angesehen werden. Ebenfalls dominant kommt *C. crenatum* („*Grewia*“ sp.) Heer (1859) noch im Untermiozän vom Hohen Rhonen (Kanton Zug, Schweiz) vor. Auch aus dem Obermiozän lassen sich verschiedentlich karpologisch reichere Vorkommen nachweisen (z. B. Niederrheinische Bucht, Tagebau Hambach – Pinggen (1994), dem Orawa-Becken in Polen, Łańcucka-Środoniowa (1979). In der oberpliozänen Flora von Berga ist *C. crenatum* eine wichtige Komponente der warmtemperierten Sommerlaubwälder vom Typ der „Querceto-Fageten“ Mai & Walther (1988). In Ottendorf-Okrilla hingegen ist sie ein seltenes Akzessorium im flussbegleitenden Auenwald.

*Cercidiphyllum crenatum* stellt in tertiären mesophytischen Wäldern unterschiedlicher Zusammensetzung wie „Mixed Mesophytic Forest“, z. B. Seifhennersdorf – Jähnichen et al. (1980); Kundratice – Kvaček & Walther (1998), „Deciduous Broadleaved Forests“ (z. B. Berga, Mai & Walther 1988) eine akzessorische Komponente (Jähnichen et al. (1980), Eder-Kovar et al. (1998) dar. Darüber hinaus hatte *Cercidiphyllum* aber auch Bedeutung als Element der so genannten Tieflandsfeuchtwälder wie es z. B. für Bilin (Bilina, Obereozän) in Nordböhmen (Kvaček & Konzalova (1996) zutrifft. Sie war ein wesentlicher Bestandteil der Niederungsflusswälder mit Hinterwässern und Altarmen, wie von Eder-Kovcar et al. (1998) für die Lokalität Oberndorf, Steiermark nachgewiesen werden konnte.

**Vorkommen:** In Mittel- und Osteuropa (bis Nordkasien) vom Unteroligozän bis oberes Pliozän meist als

wichtiges Begleitelement. MMG Dresden: O.-O. 374a, 375a, Mus. Kamenz: 167 b.

## Hamamelidaceae

### *Parrotia* C. A. Meyer

Bei *Parrotia* handelt es sich um eine monotypische Gattung; unter Einschluss von *Parrotiopsis* Schneider sind es zwei Arten. Sie gehört zu den Harthölzern, ist von langsamem Wuchs, meist vielstämmig oder hat einen kurzen dicken Stamm.

*Parrotia* ist ein sommergrüner Strauch (2–5 m) oder kleiner Baum mit Wuchshöhen von 9–12 Metern. Als solitärer Baum ist dessen Krone meist ausladend. Vorwiegend kommt *Parrotia* als strauchartiges Unterholz vor und ist in Nordpersien sowie im Kaukasus beheimatet. Sie stellt die Charakterart der „Mixed Mesophytic Forests“ im Südkaspi-Gebiet, besonders im Talysch dar. Im feuchtwarmen Tiefland wird die Gattung häufig durch *Ficus hyrcana*, *Diospyros lotus*, *Albizzia julibrissin* vertreten. In höher gelegenen Gebieten (bis 500 m) kommt *Parrotia* in Reinbeständen von 8–10 m hohen, schlankstämmigen Bäumen vor, welche oft von Epiphyten bewachsen sind. Wuchs und Belaubung ist mit der Buche vergleichbar. Der Laubwechsel tritt jedoch erst nach dem Winter im April auf.

Fossil sind Blattreste, Kapsel Früchte und Samen bereits vom Mittelmiozän bis in das älteste Pleistozän Mitteleuropas bekannt. Die Gattungszuordnung, die anhand der Blattmorphologie und Epidermisstruktur vorgenommen wurde, war nicht immer eindeutig möglich (Knobloch & Kvaček 1976).

**Artbeschreibung und Synonyme:** Iljinskaja (1969), Tralau (1963), Krystofovich & Bajkovskaja (1965), Bůžek (1971), Knobloch & Kvaček (1976), Eder-Kovar (1988), Belz & Mosbrugger (1994), Hably & Kvaček (1997), Knobloch (1998).

„*Parrotia*“ *pristina* (Ettingshausen) Stur

Taf. 1, Fig. 8; Taf. 6, Fig. 5; Taf. 9, Fig. 2

**Basionym:** 1851 *Styrax pristinum* Ettingshausen, Abh. K. K. geol. Reichsanst. 2, S. 19, Taf. 3, Fig. 9, Arsenal, Wien (Obermiozän).

- 1867 *Parrotia pristina* Ettingshausen – Stur, Jahrb. K. k. Geol. Reichsanst. 17, S. 192, Taf. 5, Fig. 2, 3, ?Arsenal, Wien (Obermiozän).
- 1971 „*Parrotia*“ *pristina* (Ettingshausen) Stur, Bůžek, Rozprav. Ústřed. ústavu geol. 36, S. 52, Taf. 16, Fig. 8–12, Taf. 17, Fig. 1–11, Text-Fig. 4, Petipsy-Gebiet, Nordböhmen (Untermiozän).
- 1976 „*Parrotia*“ *pristina* (Ettingshausen) Stur, Knobloch & Kvaček, Rozprav. Ústřed. ústavu geol. 42, S. 43, Taf. 12, Fig. 14, Taf. 17, Fig. 17, Taf. 19, Fig. 11, Taf. 20, Fig. 12, Taf. 21, Fig. 10–12, Taf. 22, Fig. 1, 2, Taf. 30, Fig. 4, Abb. 16, 17, Tagebau Oder 2a, Wackersdorf (Untermiozän).
- 1983 „*Parrotia*“ *pristina* (Ettingshausen) Stur, Hummel, Prace Museum Ziemi, 36, S. 65, Taf. 38, Fig. 6–7a, Taf. 39, Fig. 26: 1–2, Ruzów, SW Polen (Unter- bis Mittelpliozän).
- 1988 „*Parrotia*“ *pristina* (Ettingshausen) Stur, Eder-Kovar, Beitr. z. Paläontologie von Österreich, 14, S. 29, Taf. 1, Fig. 18–21, Großenreith, Lohnsburg, Oberösterreich (Obermiozän, Pannon).
- 1988 „*Parrotia*“ *pristina* (Ettingshausen) Stur, Mai & Walther, Quartär-Paläontologie 7, S. 108, Abb. 31, Berga, Thüringen (Oberpliozän).
- 1997 „*Parrotia*“ *pristina* (Ettingshausen) Stur, Hably & Kvaček, Studia Naturalia 10, S. 18, Taf. 7, Fig. 25, 28, 29, Text-Abb. 7, 8, Gérce, Transdanubia (Unterpliozän).
- 1998 „*Parrotia pristina* (Ettingshausen) Stur, Knobloch, Documenta naturae 120, S. 17, Taf. 1, Fig. 3–4, Taf. 5, Fig. 1, Taf. 6, Fig. 2, Willershäuser (Mittel- bis Oberpliozän).

**Artbeschreibung:** Iljinskaja (1959), Traulau (1963), Knobloch & Kvaček (1976), Hummel (1983), Belz & Mosbrugger (1994).

Die Laubblätter sind einfach, ovat bis obovat, 27–55 mm lang, 25–38 mm breit und leicht asymmetrisch. Die Spreitenbasis ist obtusat bis gerundet. Der Apex ist stumpf dreieckig. Die untere Blatthälfte ist ganzrandig, die obere Hälfte unduliert bzw. ist unregelmäßig sinuat grobbuchtig gezähnt. Die Blätter besitzen einen kräftigen

Mittelnerv, der gerade in die Blattspitze führt. Die auffallenden Basalnerven verlaufen fast randläufig und bilden mit dem Primärnerv einen spitzen Winkel. 4–5 Paar schwach alternierender Sekundärnerven enden in den Zahnschneidern. Teilweise erfolgt eine Gabelung der Sekundärnerven in Randnähe. Die Tertiärnerven bilden ein enges Schlingennetz auf der unteren Seite der Basalnerven mit verzweigenden Anastomosen.

Die Laminae sind als Abdrücke oder schwach inkohlte Abdrücke erhalten. Ein Nachweis der Epidermisstruktur war nicht möglich.

**Bemerkungen:** Die vorliegenden Blätter bzw. Blattfragmente erlauben nach der Morphologie eine Zuordnung zu dieser polymorphen Hamamelidaceen-Art. Sie lassen sich mit Blättern der rezenten Gattungen *Hamamelis* L., *Fothergilla* L. und *Parrotia* C. A. Meyer (Traulau 1963, Knobloch 1998) vergleichen. Es sollte deshalb möglichst nicht auf *Parrotia persica* C. A. Meyer als nächste rezente Vergleichsart verwiesen werden (z. B. Straus 1992, Hummel 1983, Krüger in Weidert 1988, Belz & Mosbrugger 1994). Auch eine Differenzierung nach blattanatomischen Merkmalen ist problematisch (Knobloch & Kvaček 1976). Die Vorschläge einer Trennung zwischen *Parrotia* und *Fothergilla* nach morphologischen Merkmalen wie z. B. Blattstiellänge (Pop 1936, Bůžek 1971) sind unbefriedigend. Möglicherweise liegt hier eine intermediäre Sippe vor (weitere Bemerkungen über die Artdifferenzierung, s. Mai & Walther 1988).

**Vorkommen:** „*Parrotia*“ *pristina* kommt ab dem Untermiozän in Europa als Akzessorium in den mesophyten Wäldern oder in den „Niederungswäldern“ vor und reicht bis in Oberpliozän (Belz & Mosbrugger 1994, Hably & Kvaček 1997).

MMG Dresden: O-O 33, O-O 151: 1a, O-O 237, O-O 250a, O-O 370a, (?) O-O 450:1, O-O 474a.

Museum Kamenz: KAM O-O 1:1c.

## Altingiaceae

*Liquidambar* Linné

Bei *Liquidambar* handelt es sich um sommergrüne, hohe bis mittelhohe Bäume. Sie tragen lang gestielte, handfö-

mig gelappte (5- bis 7-lappig), fein gesägte und drüsige Blätter. Die kugeligen Fruchtköpfe („Fruchtköpfchen“) sind durch lange, starr geschnäbelte Griffel gekennzeichnet, welche die Oberfläche der Fruchtköpfe überragen. Die jüngeren Zweige besitzen häufig eine korkige Rinde.

Rezent sind sie mit sechs Arten in Ostasien, Kleinasien und Mittel- und Nordamerika vertreten. *Liquidambar* ist an warmtemperierte, humide Gebiete gebunden. Sie sind vor allem in den Subtropen verbreitet und dort wichtige dominierende Bäume der Auen- und Sekundärwälder. Daneben kommen sie in Regen- und Sumpfwäldern vor. Die Temperaturextreme an der Arealgrenze von *L. styraciflua* in Nordamerika liegen zwischen  $-6^{\circ}\text{C}$  im Januar und  $20^{\circ}\text{C}$  im Juli bei einem Januarmittel von  $11^{\circ}\text{C}$  Hantke (1954).

Seit dem 19. Jahrhundert ist *Liquidambar* in Europa in Kultur verbreitet (*L. styraciflua* 1881, *L. formonsana* 1884, *L. orientalis* 1750). Die ältesten Exemplare in Deutschland sind in Halle, Wörlitz bzw. Bremen zu finden. In Südeuropa bildet *Liquidambar* zahlreiche Früchte aus, deren Samen jedoch nicht keimfähig sind (Heer 1859).

Die ersten fossilen Funde sind aus dem Eozän Nordamerikas und der Arktis bekannt. In Europa ist das Vorkommen anhand von Fruchtköpfchen und Blättern vom Unteroligozän bis zum Oberpliozän sicher nachweisbar. Im Unteroligozän, aber besonders ab dem Oberoligozän stellt *Liquidambar* ein wichtiges Element der flussbegleitenden Auenwälder dar (Mai & Walther 1978, Eder-Kovar 1988, Walther 1990). Erst im Altquartär starb die Gattung in Europa vollkommen aus (Depape 1951).

**Artbeschreibung** (fol.): Laurent & Marty (1923), Hantke 1954, 1956), Makarova 1957), Knobloch (1969) – Epidermisstruktur: Walther (1970), Ferguson (1971), Christensen (1976), Knobloch & Kvaček (1976), Mai & Walther (1978), Hummel (1983). Über fossile Verbreitung und Geschichte vergl. Depape (1921), Hantke (1954), Eder-Kovar(1988).

*Liquidambar europaea* A. Braun

Taf. 1, Fig. 14; Taf. 2; Taf. 6, Fig. 1, 2

1836 *Liquidambar europaeum* A. Braun in Buckland, Geol. and Mineral. S. 513, Oehningen (Obermiozän).

1847 *Liquidambar europaeum* A. Braun, Unger, Chlors protogaea, S. 120, Taf. 35, Fig. 1–5 /Fig. 3 fructus) – Parschlug, Steiermark (Untermiozän).

1969 *Liquidambar europaea* A. Braun, Knobloch, Moravske Mus. S. 94, Taf. XLVI, Fig. 1, 3, 4–7, Taf. XLV, Fig. 1, 2, 6, Taf. XLVI, Fig. 1, 4, Taf. LIX, Fig. 2, Moraska Nova Ves, Südmähren (Obermiozän, Pannon).

1978 *Liquidambar europaea* A. Braun, Mai & Walther, Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden, **28**, S. 54, Taf. 3, Fig. 11, 12, Taf. 18, Fig. 17, Taf. 23, Fig. 1–8, ehem. Tagebaue Haselbach, Peres, Schleenhain, Göhren (Unteroligozän).

1983 *Liquidambar europaea* braun, hummel, Prace Muzeum Ziemi, **36**, S. 67, Taf. 40, Fig. 1–6, Fig. 26: 13, 13a; Fig. 27, Ruzów, SW Polen (Unter- bis Mittelpliozän).

1988 *Liquidambar europaea* A. Braun, Eder-Kovar, Beitr. z. Paläontologie v. Österreich, **14**, S. 30, Taf. 2, Fig. 1–5, Lohnsburg, Schneegattern, Ebersbrunn, Stegersbach, Oberösterreich (Obermiozän, Pannon).

1988 *Liquidambar europaea* A. Braun, Mai & Walther, Quartär-Paläontologie 7, S.109, Abb. 32, Berga Thüringen (Unterpliozän).

1990 *Liquidambar europaea* A. Braun, Mai & Walther, Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. **38**, S. 48, Taf. 25, Fig. 1–6, ehem. Tagebaue Borna-Ost, Bockwitz, Espenhain-Störmthal, Bitterfelder Glimmersande, Breitenfeld (Oberoligozän), ehemaliger Tagebau Witznitz (Oligo/Miozän), Gröbern (Untermiozän).

1994 *Liquidambar europaea* A. Braun; Belz & Mosbrugger, Palaeontographica. B. **233**, S. 48, Taf. 1, Fig. 6–7, Taf. 9, Fig. 4, Abb. 13–14, Niederrheinische Bucht – Inden-Schichten, Hauptkiesserie, Rotton (Obermiozän bis Unterpliozän).

**Weitere Synonyme** s. Knobloch (1969), Mai & Walther (1978), Eder-Kovar(1988), Belz & Mosbrugger (1994).

Die Blätter sind 29–70 mm lang und 44–100 mm breit, handförmig fünfflappig und gestielt. Die Blattstiele sind bis 65 mm lang und kräftig.

Die Blätter zeichnen sich durch spitz dreieckig auslaufende Lappen, eine truncate bis subcordate Spreitenbasis, einen gleichmäßig fein gesägten Rand sowie Zähnen, die mehr oder weniger deutlich in kugeligen Drüsen enden, aus. Sie sind aktinodrom. Die Primärnerven der Blattlappen führen bis in die Spitzen, die leicht alternierenden Sekundärnerven sind craspedodrom bis semicraspedodrom und innervieren als feine Äste die Zähnen in Randnähe. Tertiär- und Quartärnerven bilden ein unregelmäßiges dichtes, polygonales Maschennetz. Nach den Abdrücken zu urteilen, bestand eine kräftige Blattlamina.

Ein Nachweis der Epidermisstruktur ist an den vorliegenden Belegen nicht möglich. Auch Fruktifikationen konnten bisher nicht nachgewiesen werden.

**Bemerkungen:** Neben den fast vollständig überlieferten fünfrippigen Blättern liegen zahlreiche Fragmente vor, bei denen die Blattspreite nur teilweise erhalten ist. Mit 40 Belegen gehört *Liquidambar* mit zu den häufigeren Elementen der Flora von Ottendorf-Okrilla. Die Gattung gilt als „modernes“ arktotertiäres Element im Sinne von Kvaček (1994), das während des Umbaus der europäischen Tertiärfloren von den rein „Evergreen Broadleaved Forests“ zu den „Mixed Mesophytic Forests“ im Unteroligozän aus dem westsibirischen bzw. dem kasachischen Raum nach Mitteleuropa migrierte (Knobloch 1969, Mai & Walther 1978, Walther 1994). Ab dem Oberoligozän ist diese Sippe wichtiger Bestandteil der Tieflandsfloren bzw. meeresnahen Tertiärfloren. In diesen Floren ist sie ein wichtiges Element des „*Liquidambar-Populus-Ulmus*-Auenwaldes“, dessen erstes erdgeschichtliches Auftreten in den unteroligozänen Floren des „Florenkomplexes Haselbach“ sensu Mai & Walther (1978) in Mitteleuropa nachgewiesen werden konnte. Auch in den flussbegleitenden Auenwäldern des Miozäns, wie z. B. im rheinischen Tertiär (Obermiozän) kommt dieser Sippe größere Bedeutung zu. Während des Pliozäns tritt *Liquidambar* mit unterschiedlicher Häufigkeit auf (Depape 1922, Laurent & Marty 1923, Stefanoff & Jordanoff, Pop 1936, Kilpper 1959, Zastawniak 1972, Hummel 1983, Mai & Walther 1988). Im höheren Pliozän spielt diese thermophile Art nur noch die Rolle eines seltenen Akzessoriums (Hummel 1983, Mai & Walther 1988). In den „Vulkanischen Floren“ des Oligozäns und des Untermiozäns Nordwestböhmens, des Böhmisches Mittelgebirges, der Oberlausitz und von Hammerunterwiesenthal ist *Liquidambar* nicht bekannt. Die Ursachen für sein Fehlen sind sicherlich nicht in klimatischen, vielmehr aber in den edaphischen Bedingungen dieser Floren zu suchen (vergl. Knobloch 1961, Mai 1963, Walther 1964, 1996, 1998, Kvaček & Walther 1994, 1998).

**Vorkommen:** In Mitteleuropa seit dem Unteroligozän, gehäuft ab Oberoligozän bis unteres Pliozän, im oberen Pliozän selteneres Akzessorium.

MMG Dresden: O-O 29, O-O 55:1, 2, O-O 61a, O-O 62:2, O-O 77a, O-O 93, O-O 95, O-O 113a, O-O 130, O-O 171, O-O 189, O-O 204, O-O 226:1b, O-O 239, O-O 245, O-O 250b, O-O 262, O-O 266, O-O 272,

O-O 276:1a, 1b, O-O 285 a, b, O-O 378a, O-O 391, O-O 406, O-O 433:1, O-O 454a, O-O 458:1, O-O 470, O-O 478a, O-O 483, O-O 485a, O-O 492, O-O 498, O-O 516, O-O 524.

Museum Kamenz: KAM O-O 9:3 a, KAM O-O 12 d, KAM O-O 15 f.

## Fagaceae

### *Fagus* Linné

Das heutige Areal von *Fagus* (Buche) ist fast rein extratropisch. Es umfasst, mit Ausnahme von *F. mexicana* Martinez, die Holarktis (19° bis 61° nördliche Breite) mit Südgrenze in den Gebirgen von Ostmexiko, Südchina und Taiwan. Die Arealbildung wird von Meusel et al. (1965) als typisches Beispiel für eine ozeanische Laubwald-Disjunktion der Nordhemisphäre angesehen. *Fagus* ist ein typischer Vertreter eines zonalen Waldbaums mit gemäßigttem und humidem Klima. Je nach Auffassung des Artbegriffes werden 10 (bis 15) Spezies unterschieden mit einer Konzentration von 6 (bis 9) Arten in Ostasien (China-Taiwan-Japan). Unter optimalen Wachstumsbedingungen verdrängt die Buche alle anderen Baumarten (z. B. *F. grandifolia* Ehrh., *F. sylvatica* L.). Es kommt zur Ausbildung von Fageten. Außerdem kommt sie in polydominanten Laubwaldgesellschaften vor (z. B. „Mixed Mesophytic Forests“, „Buchen-Koniferen-Wälder“, „Buchen-Magnolien-Wälder“, „Buchen-Kastanien-Wälder“).

Im Tertiär Europas fehlen Wälder, in denen die Buche die absolut dominierende Gattung darstellt. Deutlich häufiger lassen sich die Buchen im Oligozän nachweisen. Nach Bestimmung von Kupulen und Blättern wird mit etwa 8 Arten gerechnet (Mai 1995). Sichere blattanatomische Nachweise liegen erst ab dem Oberoligozän vor (Kvaček & Walther 1991). Es konnten außerdem fagoi-der Pollen bereits aus dem Paläozän Mitteleuropas nachgewiesen werden.

### *Fagus* sp. (aff. *Fagus kraeuselii* Kvaček & Walther)

Taf. 1, Fig. 7; Taf. 9, Fig. 4

Es liegen drei Blattreste vor, bei denen Apex bzw. Spreitenbasis oder beide Merkmale fehlen. Sie sind schmal

oval, etwa 70 mm lang und 27 mm breit. Die Blätter sind fiedernervig, craspedodrom, mit mehr als 9 Sekundärnerven, die straff zum Blattrand führen. Sie schließen mit dem kräftigeren Primärnerv eine Winkel von  $53^\circ - 42^\circ - 30^\circ$  ein. Der Rand ist sehr fein unregelmäßig gezähnt. Eine höhere Nervatur ist nicht nachweisbar. In der kleinen nördlichen Rinnenfüllung des Aufschlusses besitzt *Fagus* dagegen absolute Dominanz.

**Bemerkungen:** Nach der Morphologie gehören diese Blätter zur Gattung *Fagus* L. Eine Artzuordnung lässt sich anhand der bekannten Merkmale nicht durchführen. Sie können sowohl zu *Fagus menzelii* Walther & Zastawniak (1991) als auch zu *Fagus kräuselii* Kvaček & Walther (1991) gehören. Beide Sippen sind aus dem Obermiozän und Pliozän bekannt (Mai & Walther 1988, Belz & Mosbrugger 1994). Sie gehören nicht zu den Vertretern der Auenwälder. Wie vermutlich auch in der Flora von Ottendorf-Okrilla, treten diese evtl. am Rand der Hartholzaue auf (Kvaček & Walther 1991).

**Vorkommen:** Die Gattung *Fagus* L. ist seit dem höheren Oligozän in Europa bekannt.  
MMG: O-O 17:1, O-O 212, O-O 380.

### *Quercus* Linné

Mit mehr als 300 Arten handelt es sich bei der Gattung *Quercus* sowohl in der gemäßigten als auch in der subtropischen Zone um eine wichtige Gehölzgattung. Die Südgrenze liegt in Südamerika im andinen Ecuador; in Südostasien in den Hochgebirgen von Java. Die Nordgrenze ihrer Ausbreitung in Europa ist nördlich von Bergen (Norwegen); in Nordamerika und Asien dagegen in südlicheren Breitengraden. Die höchste Artenkonzentration liegt im asiatisch-meridionalen Monsungebiet (Meusel & Schubert 1971), das Mannigfaltigkeitszentrum dagegen in Europa, das nach Schwarz (1936) ein Reliktgebiet von merkmalsreichen und streng geschiedenen Sippen darstellt. *Quercus* gehört zu den wichtigsten Waldbildnern.

Es sind sommergrüne, hartlaubige und laurophylle Bäume, welche Vertreter sehr verschiedener Laubwaldgesellschaften wie „Kiefern-Eichen-Wälder“, „Eichen-Auenwälder“, „Bergregen- und Nebelwälder mit Eichen“, „Eichen-Hartlaubwälder“, „Sommerlaubwälder mit Eichen“ bzw. „Mixed Mesophytic Forests“ sind.

Der Anteil an Eichen nimmt im natürlichen Wald in dem Maße zu, wie die Standorte nährstoffärmer und trockener oder die Böden nasser werden. Auf Art- und Sektionsbasis sind Eichen gute Klimaindikatoren. Dies gilt besonders für die drei Hauptvegetationstypen Sommerlaub-, Lorbeer- und Hartlaubwald. Die Gattung ist seit dem frühen Paläozän in Europa bekannt. Kaum eine Gehölzgattung besitzt eine derart beträchtliche Formenentwicklung (Nervatur, Blattgestalt). Der ausgesprochen große Polymorphismus führt auch zu völlig verschieden gestalteten Blättern bei einer Art. Das trifft besonders für die buchtig gezähnten bis roburoiden Eichen zu. Einerseits sind Eichen die idealen, andererseits die schwierigsten Untersuchungsobjekte der Paläobotanik. Die wichtigsten Erkenntnisse über die Entwicklung der Eichen sind blattmorphologischen und anatomischen (mikromorphologischen Untersuchungen) zu verdanken. Heute wird die Gattung *Quercus* systematisch in 3 Untergattungen und 11 Sektionen unterteilt. Nach fossilen Blattresten können etwa 45 Arten unterschieden werden, die sich in Lorbeer-eichen, Hartlaub-eichen und Sommerlaub-eichen differenzieren und auf vier Untergattungen von *Quercus* L. verteilen lassen: Subgenus *Erythrobalanus* Spach – Sect. *Rubrae* Loud., Sect. *Phellos* Loud.; Subgenus *Cyclobalanopsis* Oerst. – *Heterobalanus* Oerst. – Sect. *Ilex* Oerst. Sect. *Gallifera* Spach, Sect. *Suber* Prantl; *Quercus* (*Lepidobalanus* Endl.) – Sect. *Cerris* Spach, Sect. *Robur* Rchb.

Während sich fossile lorbeerblättrige und einfach gezähnte, immergrünen fossilen *Quercus*-Blätter morphologisch und blattanatomisch etwas leichter differenzieren lassen, sind die buchtig-gezähnten bis roburoiden Sippen außerordentlich schwer zu bestimmen (Hantke 1965, Mai & Walther 1978, Givulescu 1979, Kvaček & Walther 1989b, Belz & Mosbrugger 1994, Walther 1994c, Walther & Zastawniak 1991, Knobloch 1998).

### *Quercus pseudocastanea* Goepfert emend. Walther & Zastawniak

Taf. 1, Fig. 4, 5; Taf. 3; Taf. 7, Fig. 1; Taf. 9, Fig. 3

**Lectotypus:** Goepfert 1852a, Taf. 35, Fig. 1,  
Malczyce, Lower Silesia, Poland (Obermiozän),  
Nr. 2859p, SLG. Univ. Wrocław, Poland.

Illinskaja in Takhtajan 1982, S. 92 s. o., Walther & Zastawniak 1991, S. 169, Taf. 2, Fig. 6, Fig. 8/1 mit emendierter Diagnose.

**Syntypen:** Walther & Zastawniak 1991, Taf. 3, Fig. 4–6 (Präp. MMG So 60/79,7/79)

**Synonyme:** Menzel 1906, Krystofovich & Bajkowskaja 1965, Knobloch 1969, Iljinskaja in Takh-tajan 1982, Eder-Kovar 1988, Belz & Mosbrugger 1994.

*Quercus pseudocastanea* gehört zu den dominanten Sippen der Flora von Ottendorf-Okrilla. Hier liegen Blätter und Blattreste (364) in einer extrem großen Variationsbreite vor.

Die Blätter sind obovat, schmal obovat oder oval-lanzettlich und teilweise schwach asymmetrisch. Die Mehrzahl von ihnen ist zwischen 85 bis 105 mm lang und zwischen 22 bis 65 mm breit, wobei die größte Breite im oberen Blattdrittel gemessen wird. Die größten Blätter erreichen Längen bis zu 206 mm und Breiten bis 119 mm. Der kurze, kräftige Stiel der Blätter ist lediglich 4–9 mm lang. Selten werden Längen von 11 mm erreicht. Diese Stiele sind dünner und gehören zu oval-lanzettlichen „Sonnenblättern“. Die Blattspitze ist meist breit dreieckig, sehr selten spitz dreieckig, aber immer gerundet. Die Spreitenbasis ist breit bis schmal cuneat, im tiefsten Bereich subcordat oder gerundet. Der Blattrand ist buchtig gezähnt und weist 12–14–18 Zähne auf. Der Apikalbereich ist kleiner und breit dreieckig, Apex und Bucht sind gerundet. Es werden keine grannenartigen Spitzen ausgebildet. Der kräftige Primärnerv der Blätter führt gerade in die Blattspitze. Die Sekundärnerven sind craspedodrom und führen gerade bis sehr leicht bogig in die Spitzen der Zähne. Sie schließen mit dem Primärnerv einen Winkel von 72°–44°–15° ein. Die Blätter können 12–14–18–20 alternierende bis schwach opponierende Sekundärnerven-Paare aufweisen. Bei den großen Blättern sind diese sehr eng stehend (6–13 mm). Bei den ovalen bis schmal-ovalen Blättern bilden die Sekundärnerven spitzere Winkel und stehen in größeren Abständen zueinander. Intersekundärnerven kommen nicht vor. Die Tertiärnerven (5–7 je cm) bilden senkrechte, sich einmal gabelnde Anastomosen. In den größeren Zähnen entwickeln sie eine camptodrome Nervatur in Form eines eng stehenden Schlingennetzes. Verschiedentlich kann ein polygonales Netz höherer Nervatur bis zu unregelmäßig gestalteten Areolen vorkommen.

**Epidermisstruktur:** Nur die relativ zarte Kutikula der unteren Epidermis ließ sich an einem Beispiel nachweisen. Die Stomata sind unregelmäßig verteilt, anomozy-

tisch bis zykozytisch. Sie sind oval-rundlich, 16–20 µm lang und 16–20 µm breit. Die schwach kutinisierten Schließleisten bilden einen spindelförmigen Porus. Des Weiteren treten verstreut bis gehäuft einzellige Deckhaare, vereinzelt auch vierarmige, 40–60 µm lange, Büschelhaare auf (Walther & Zastawniak 1991).

**Bemerkungen:** Es ist äußerst schwierig, eine Artabgrenzung bei den vorliegenden Blattresten durchzuführen. Erschwert wird die Bestimmung vorliegender Eichenblätter vor allem dadurch, dass, abgesehen von einer Ausnahme, nur blattmorphologische Merkmalskomplexe vorliegen, die sich nur bedingt für eine Sippendifferenzierung bei *Quercus* L. eignen (s. z. B. Knobloch 1969, Eder-Kovar 1988, Givulescu 1990). Die Epidermisstruktur stimmt mit der von Walther & Zastawniak (1991) vom topotypischen Material von *Q. pseudocastanea* Goeppert aus Malzyche weitgehend überein. Das Auftreten der Büschelhaare kann auf *Quercus gigas* Goeppert (Walther & Zastawniak 1991) hinweisen. Dagegen sprechen aber die blattmorphologischen Merkmalskomplexe (Blattform und Randausbildung wie Zähne). Karpologische Belege fehlen. Die außerordentliche Variationsbreite der Blätter weist auf ein parautochthones Vorkommen im Sinne von Gastaldo et al. (1996) hin. So können die selten vorkommenden, extrem großen Blätter (bis über 200 mm lang) als Blätter von Wasserschösslingen gedeutet werden. Die meisten Blätter sind aber schmal obovat bis oval-lanzettlich. Die in Form und Größe stark wechselnden Blätter können der Anordnung im Kronenbereich der ehemaligen Bäume entsprechen. Diese Diversität stimmt sehr gut mit der von rezenten Eichen-Sippen überein, wie es z. B. bei *Quercus prinus* L. aus dem mittleren Westen der USA beobachtet werden kann. Die lanzettlich-ovalen Blätter stehen als „Sonnenblätter“ an den Zweigenden bzw. in der höchsten Wipfelregion, während sich die ovalen bis obovaten Blätter mehr im Medial- bzw. Basalbereich der Zweige befinden („Schattenblätter“). Bei den schmalen Blättern zeigt sich eine große Übereinstimmung, besonders zu den von Menzel (1906), Eder-Kovar (1988) sowie von Walther & Zastawniak (1991) und Belz & Mosbrugger (1994) aus dem höheren Miozän abgebildeten Blattresten von *Q. pseudocastanea*. Einige Belege zeigen in Form und Dichte der Blättzähne Ähnlichkeit zu den als *Q. roburoides* Gaudin beschriebenen Blättern (z. B. Belz & Mosbrugger 1994, Knobloch 1998). Größere Analogien bestehen bei einigen Belegen von Ottendorf-Okrilla auch zu der als *Quercus praecastaneifolia* Knobloch (1998)

beschriebenen Eiche aus dem Pliozän von Willershausen, besonders hinsichtlich der Form und Dichte der Zähne. Dennoch wird in allen vom Fundpunkt nachgewiesenen Blättern die Variationsbreite einer Art gesehen. Der Nachweis von *Quercus pseudocastanea* erfolgte meist nur anhand von relativ wenigen Blattresten aus den einzelnen Floren. Diese neogene Eichenart wird über den Rezentvergleich s. Walther in Mai & Walther (1988) als Element den Auenwäldern zugeordnet (z. B. Belz & Mosbrugger 1994). Überraschenderweise besteht in der Blattmorphologie auch eine große Übereinstimmung zu *Quercus prinus* L. In ihrer Ökologie zeichnet sich diese Sippe von anderen Eichenarten durch ihr Vorkommen auf sehr feuchten Böden aus. *Quercus pseudocastanea* zeigt eine Reihe von Merkmalen, die für Blätter verschiedener rezenter *Quercus*-Arten zutreffen können. Es bleibt jedoch immer problematisch inwieweit man ohne karpologische Belege und dem Fehlen sicherer blattanatomischer Merkmale einen relativ sicheren Vergleich mit rezenten Formen überhaupt durchführen kann (s. auch Schwarz 1936, Knobloch 1998).

Für Ottendorf-Okrilla stellt *Quercus pseudocastanea* ein wichtiges Element der azonalen Auenwaldvegetation dar.

**Vorkommen:** In Europa vom Obermiozän bis Oberpliozän in sehr unterschiedlicher Häufigkeit. MMG Dresden (im Katalog aufgenommen): O-O 1, O-O 5:1, O-O 12, O-O 15, O-O 17:2, O-O 61b, O-O 77c, O-O 81c, O-O 89, O-O 97:1b, O-O 97:2b, O-O 107:2, O-O 132:2, O-O 128, O-O 155c, O-O 166, O-O 167a, O-O 179, O-O 187a, O-O 192b, O-O 210, O-O 212, O-O 226:1a, O-O 240, O-O 245a, O-O 245c, O-O 282:1a, O-O 282:1a, O-O 286a, O-O 288a, O-O 288b, O-O 347a, O-O 348a, O-O 348b, O-O 351, O-O 353a, O-O 353, O-O 358:1, O-O 358:2, O-O 359, O-O 363:1a, O-O 363:1b, O-O 365a, O-O 367a, O-O 370:2a, O-O 371:1, O-O 371:2a, O-O 375b, O-O 375d, O-O 375h, O-O 376, O-O 385:1a, O-O 387:1a, O-O 387:1a, O-O 388b, O-O 388c, O-O 422, O-O 426, O-O 485b, O-O 502 a, O-O 537, O-O 539, Präp. MMG 1/93-11/93, 17/93 - 19/93.

Museum Kamenz: KAM O-O 1, KAM O-O 2.

## Corylaceae

### *Carpinus* Linné

*Carpinus* ist eine verbreitete Gehölzgattung. Es sind 26 bis 35 rezente Arten bekannt, deren Mannigfaltigkeitszentrum im sinojapanischen Gebiet mit 24 Arten liegt. *Carpinus* ist ein typisches Element der ozeanischen, sommergrünen Laubwälder der Holarktis. Außerdem kommt *Carpinus* im tropischen Südostasien bis Burma und den höheren Gebirgsstufen von Vietnam und Laos vor. Im tropischen Amerika liegt die Südgrenze der Ausbreitung im Hochland von Honduras. Er ist ein wichtiger waldbildender Baum und Vertreter der Sommerlaubwälder. Er siedelt an bodentrockenen bis frischen Standorten, seltener auch an Ufern und Sumpfrändern oder in subxerothermen Trockenwäldern (nur *C. orientalis* Mill.). Außerdem ist *Carpinus* als Falllaubbaum Element der immergrünen Lorbeer- und Regenwäldern Ostasiens und Mittelamerikas.

Die Morphologie der Involucren (Fruchthüllen) ist flächig, offen und vielzählig. Sie können ein- bis dreilappig sein, wobei mitunter ein Lappen an der Umhüllung der Frucht beteiligt ist. Die Nüsschen sind oval oder elliptisch, im Mittel 1,4-mal so lang wie breit und weisen einen apikalen Winkel von 80°–125° auf. Seit dem Paläozän sind in Europa mindestens 18 Arten bekannt. Diese können jedoch nur anhand der karpologischen Reste sicher bestimmt werden. Die Blätter lassen sich nur schwer nach blattmorphologischen und -anatomischen Merkmalskomplexen systematisch differenzieren (Mai & Walther 1978, 1988, 1991; Zastawniak & Walther 1998).

Karpologisch gut bearbeitete Sippe, vergl. Mai (1995).

### *Carpinus* cf. *betulus* Linné

Taf. 1, Fig. 1; Taf. 7, Fig. 4

1908 *Carpinus betulus* L. fossilis Engelhardt & Kinkel, Abh. Senckenberg. Naturforsch. Gesellsch. **29**: 2233, T. 8, Fig. 10, (Oberpliozän)

**Weitere Synonyme** s. Mai & Walther 1988: 136.

Es liegt eine dreilappige, dreinervige und ungezähnte Involucre vor. Der Mittellappen ist etwa doppelt so lang wie die Seitenlappen, die in stumpfen Spitzen enden. Das

Nüsschen ist nur als Abdruck erhalten. Einzelheiten der Oberfläche der Involucre sind nicht erkennbar.

**Bemerkungen:** Derartige Involucuren werden als *Carpinus betulus* L. fossilis geführt. Die vorliegende Fruktifikation ist dazu zu stellen. Allerdings lässt sich über das taxonomisch wichtige Nüsschen aufgrund des Erhaltungszustandes nichts aussagen. Es handelt sich hierbei um einen Einzelfund, der vermutlich in den Sedimentationsraum eingeweht wurde.

**Vorkommen:** Obermiozän bis Gegenwart, mit unterschiedlicher Häufigkeit.  
MMG Dresden: O-O 426.

*Carpinus* cf. *grandis* Unger emend. Heer

Taf. 1, Fig. 11; Taf. 6, Fig. 4c

1852 *Carpinus grandis* Unger, Denkschr. k. Akad. Wiss., math.-nat. Cl. 4, S. 11, Taf. 10, Fig. 4, 5 non Fig. 2, 3 – Trbovlje, Kroatien (?Mitteloligozän), Radoboj, Kroatien (Mittelmiozän).

**Synonyme** s. Heer 1856, Mai & Walther 1978, Eder-Kovar 1988, Belz & Mosbrugger 1994, Walther 1999.

Es liegen drei Fragmente von ovalen Blättern vor. Der Blattrand ist unregelmäßig, fein gezähnt, bis gesägt. Die Sekundärnerven sind craspedodrom und schließen mit dem Primärnerv Winkel von 41°–34°–24° ein. Die Tertiärnerven bilden in der Randregion ein dichtes Netz von Anastomosen.

**Bemerkungen:** Diese wenigen auswertbaren Merkmale erlauben, diese Fragmente unter Vorbehalt zur Sammelart *Carpinus grandis* Unger zu stellen.

**Vorkommen:** Unteroligozän bis Pliozän in Mitteleuropa nachgewiesen.  
MMG Dresden: O-O 142:1a,b, O-O 147:2b, O-O 147:2b.

## Ulmaceae

### *Ulmus* Linné

*Ulmus* ist mit über 18 Arten heute vorwiegend nordhemisphärisch verbreitet. Sie ist mit 12 Arten in China, 7 Arten in Mexiko und 6 Arten in Südostasien und Vorderindien vertreten. Die Südgrenze bildet *Ulmus mexicana* Planch. in Panama (2.700 m ü. NN) sowie die endemisch auf Sumatra bei 1.000 bis 2.000 m Höhe vorkommenden Vertreter *U. lanceaefolia* Roxb. und *U. parviflora* Jaq. (Bader 1960). Die Nordgrenze liegt in Nordamerika in Manitoba sowie in Neufundland/Kanada (*U. americana* L.).

Die nördlichsten Vertreter in Europa sind *U. glabra* Huds. bis Mittelnorwegen sowie *U. laevis* Pall. am Omega-See (Nordwestrussland; in Ostasien *U. proquinqua* Koidz, welche bis nach Ostsibirien, Sachalin und den Südkurilen vorgedrungen sind.

Bei *Ulmus* handelt es sich um laubwerfende oder halbbimmergrüne Bäume und Sträucher. Klimageographisch sind die Ulmen sehr indifferent. Sie kommt sowohl in den Nadel-Laub-Mischwäldern der borealen Zone wie auch in den lorbeerwaldartigen Gebirgswäldern der Tropen Mittelamerikas und Südasiens vor. Eine besondere Bedeutung nimmt *Ulmus* in den Auen-, Galerie- und Sekundärwäldern ein. Dort kann sie weit in kontinentale Gebiete vordringen. Voraussetzung für ihre Ausbreitung ist, dass die nötige Bodenfeuchtigkeit vorhanden ist. Als Beispiele werden nachfolgende Arten genannt; *U. glabra* Huds., *U. laevis* Pall. in den Waldsteppen des Ural; *U. pumila* L., *U. glaucescens* Franch., *U. macrocarpa* Hance. in den Grassteppen Zentralasiens; *U. americana* L., *U. rubra* Michx., *U. crassifolia* Nutt. in den Prärien westlich des Mississippi.

Nach Engler (1882) ist *Ulmus* ein typisches arktotertiäres Geoelement. Fossil kommt die Gattung nach Blättern bereits im Paläozän Europas vor. Im Oligozän bis Pliozän ist sie häufig mit mehreren Arten vertreten. Die neogenen Sippen sind jedoch nach Blättern schwer differenzierbar.

Ulmenfrüchte sind seit dem Unteroligozän (*U. primaeva* Saporta) bekannt. Es wurden jedoch bisher nur Flügel Früchte freigelegt. Einzelfunde von Endokarprien sind bisher unbekannt. Ulmoide Pollen sind nach Krutzsch (1970a) bereits aus dem Paläozän Europas nachweisbar. Die Morphologie der Blätter bei den tertiären Sippen war weitaus mannigfaltiger als heute.

Die Epidermisstruktur (Mikromorphologie fossiler Blätter) ist sehr merkmalsarm (wie bei rezenten Sippen s. Priemer 1893) und bisher nur vereinzelt bekannt (z. B. Christensen 1976, Mai & Walther 1978, Belz & Mosbrugger 1994, Walther 1998).

**Artbeschreibungen** (Auswahl folia): Unger (1847), Goepfert (1855), Heer (1856), Gaudin & Strozzi (1858), Sappora (1863, 1872, 1888), Standfest (1891), Hantke (1954), Bůžek (1971), Mai & Walther (1978, 1988, 1991), Takhtajan et al. (1982), Hummel (1983), Eder-Kovar (1988), Walther (1990).

*Ulmus cf. carpinoides* Goepfert  
emend. Iljinskaja in Takhtajan et al. 1982

Taf. 1, Fig. 15; Taf. 4, Fig. 18, 19; Taf. 7, Fig. 3

- 1982 *Ulmus carpinoides* Goepfert emend. Iljinskaja in Takhtajan et al., Magnoliophyta Fossilia URSS, **2**, S. 7, Lectotypus: Taf. 4, Fig. 1, Text-Fig. 1/1; Taf. 4, Fig. 3 (Syntypus), Fig. 5, 8–12, Sosnica b. Wroclaw (Obermiozän), Taf. 4, Fig. 5, Zakarpatskoj, Ukraine (Pliozän).
- 1855 *Ulmus carpinoides* Goepfert, Tert. Fl. Schossnitz S. 28, Taf. 13, Fig. 4–9, Taf. 14, Fig. 1 Schossnitz (Sosnica b. Wroclaw – Obermiozän), Basionym.
- 1855 *Ulmus urticaefolia* Goepfert, Tert. Fl. Schossnitz, S. 30, Taf. 14, Fig. 2, 3, Schossnitz (Sosnica b. Wroclaw – Obermiozän).
- 1855 *Ulmus elegans* Goepfert, Tert. Fl. Schossnitz, S. 30, Taf. 14, Fig. 7–9, Schossnitz (Sosnica b. Wroclaw – Obermiozän).
- 1855 *Ulmus minuta* Goepfert, Tert. Fl. Schossnitz, S. 31, Taf. 14, Fig. 12–14, Schossnitz (Sosnica b. Wroclaw – Obermiozän).
- 1855 *Ulmus quadrans* Goepfert, Tert. Fl. Schossnitz, S. 30, Taf. 14, Fig. 4–6, Schossnitz (Sosnica b. Wroclaw – Obermiozän).
- 1855 *Ulmus laciniata* Goepfert, Tert. Fl. Schossnitz, S. 30, Taf. 13, Fig. 13, Schossnitz (Sosnica b. Wroclaw – Obermiozän).
- 1906 *Ulmus carpinoides* Goepfert, Menzel, Abh. Königl. Preuß. Geol. Landesanst. NF **46**, S. 67, Taf. 4, Fig. non 5, 6(?), 7, 9, 10, 11(?), 12(?), 13, 14, 15(?), 16a, Zschipkau, Großräschen, Rauno b. Senftenberg (Mittelmiozän).
- 1971 (?) *Ulmus* sp., Bůžek, Rozpravy Ústred. ústav. Geol. **36**, S. 57, Taf. 22, Fig. 1–3, Petipsy Area, Nordböhmisches Becken (Untermiozän).

- 1988 *Ulmus carpinoides* Goepfert emend. Menzel 1906, Eder-Kovar, Beitr. zur Paläontologie v. Österreich **14**, S. 41, Taf. 7, Fig. 22(?), 23, 24, non 25–27, Großenreith, Lohnsburg, Stegersbach, Niederösterreich (Obermiozän, Pannon).
- 1988 *Ulmus cf. carpinoides* Goepfert, Mai & Walther, Quartärpaläontologie **7**, S. 111, Taf. 18, Fig. 9, Abb. 35a–f, Berga, Thüringen (Oberpliozän).
- 1991 *Ulmus carpinoides* Goepfert emend. Iljinskaja in Takhtajan et al. 1982, Mai & Walther 1991, Abh. Staatl. Museum f. Mineralogie u. Geologie Dresden **38**, S. 50, Taf. 28, Fig. 1–6, Taf. 29, Fig. 1–4, ehem. Tagebau Borna-Ost, Bockwitz (Oberoligozän), ehem. Tagebau Witznitz b. Borna (Oligo/Miozän), Bitterfelder Glimmersande, Breitenfeld, Gröbern b. Bitterfeld (Untermiozän).
- 1994 *Ulmus carpinoides* Goepfert emend. Iljinskaja in Takhtajan et al. 1982, Belz & Mosbrugger, Palaeontogr. **233**, S. 54, Taf. 3, Fig. 2, Abb. 17, 20a–e, Niederrheinische Bucht, Irden-Schichten (Fischbach, Tagebau Frechen, Obermiozän).

Es liegen drei Fragmente (Basalteile) mittelgroßer, gestielter Blätter vor. Sie sind 38 mm, 47 bzw. 50 mm lang und 30, 42 bzw. 48 mm breit. Die Funde zeigen große Analogien zu den als *Ulmus carpinoides* beschriebenen Blättern (z. B. Mai & Walther 1988, 1991, Belz & Mosbrugger 1994). Die kräftigen Blattstiele sind bis zu 10 mm lang. Die Spreitenbasen sind breit cuneat und leicht asymmetrisch. Der Blattrand ist ungleichmäßig, doppelt, im Basalbereich teilweise auch nur einfach gezähnt. Der Primärnerv ist kräftig und zeigt einen straffen Verlauf. Die crapedodromen Sekundärnerven verlaufen opponierend (vor allem im unmittelbaren Basalbereich) bis schwach alternierend und lassen vereinzelt einfache Gabelungen erkennen. Sie führen schwach bogig zum Blattrand und münden in die Spitzen der Hauptzähne aus (vgl. Belz & Mosbrugger 1994: Abb. 17a). Mit dem Primärnerv bilden sie einen Winkel von 69°–57°–38°. Der Abstand zwischen den fast parallel zueinander verlaufenden Sekundärnerven beträgt 2–3–4 mm. Die Tertiärnerven bilden eng stehende, sich teilweise gabelnde Anastomosen.

Nach Eisenhydroxidimprägation und der relativ markanten Abdrücke im fast reinen grauen Ton zu urteilen, war die Blattlamina kräftig.

**Bemerkungen:** Obwohl bisher keine Ulmenfrüchte aus Ottendorf-Okrilla vorliegen, lassen sich die Blattreste zur Gattung *Ulmus* L. stellen. Schwierig wird es mit der Artzuweisung. Die Ulmenarten zeigen eine stark konvergente

Beblätterung, die eine Sippendifferenzierung erschwert und Ursache für die bis in die jüngste Gegenwart andauernden unterschiedlichen Auffassungen der Autoren über die Abgrenzung bes. der neogenen *Ulmus*-Arten, wie es für *Ulmus carpinoides* Goeppert zutrifft, führt. Auch die seltenen Nachweise der Epidermisstruktur ergibt keine befriedigende Lösung. So stellen die anomozytischen Stomata und die Trichome wenig charakteristische Merkmale für eine Sippendifferenzierung dar (Priemer 1893, Christensen 1976, Mai & Walther 1978, Walther 1999). Seit langem herrschen unterschiedliche Meinungen, welche Blätter tatsächlich zu dieser Art zu stellen sind (Schlechtendal 1896, Nathorst 1883b, Menzel 1906, Reimann 1919). So wird *Ulmus carpinoides* Goeppert aus Sosnica mit *U. longifolia* Unger aus Bilina vereinigt (z. B. Hantke 1954, Jung 1963, siehe auch Eder-Kovar 1988 und Knobloch 1998). Dabei wird allerdings übersehen, dass Iljinskaja in Takhtajan (1982), *U. carpinoides* aus Sosnica gültig emendiert hat. Eindeutigere Ergebnisse sind in einer schon längst überfälligen Monographie der tertiären Ulmen zu erwarten. Rezentvergleiche s. Mai & Walther (1988).

**Vorkommen:** In Europa von Untermiozän bis Oberpliozän bekannt. In Westsibirien und Kasachstan schon seit dem Oligozän bekannt.

MMG Dresden: O-O 73, O-O 75c, O-O253a.

*Ulmus pyramidalis* Goeppert

emend. Iljinskaja in Takhtajan et al. 1982

Taf.1, Fig. 2; Taf. 4, Fig. 8–17; Taf. 8, Fig. 4

**Lectotypus:** 1855 *Ulmus pyramidalis* Goeppert, Tert. Fl. Schosnitz: 29, Taf. 13, Fig. 10.

**Synonyme und Beschreibung:** Reiman in Kraeusel (1919), Hantke (1954), Kryštofovich & Bajkovskaja (1965), Knobloch (1969), Bůžek (1971), Iljinskaja in Takhtajan et al. (1982), Mai & Walther (1988), Belz & Mosbrugger (1994).

Die Blätter sind gestielt. Der Stiel ist bis zu 9 mm lang. Sie weisen eine ovate bis schmal-ovale Form auf. Der Apex ist lang zugespitzt, die Spitze ist breit dreieckig, an der Spreitenbasis sind die Blätter gerundet bis breit keilförmig und leicht asymmetrisch. Bisher wurden bis 130 mm lange und 50 mm breite Blattfossilien gefunden.

Der Blattrand ist eng gezähnt und biserrat; der Apikalteil hingegeben häufig uniserrat. Je Hauptzahn treten 2 Nebenzähnen auf. Die Zähne sind spitz dreieckig und leicht apikalwärts gebogen. Der kräftige Primärnerv verläuft straff in die teilweise etwas ausgezogene Blattspitze. Die engen Abstände zwischen den zahlreichen Sekundärnerven sind gleichmäßig bis unregelmäßig (Abstand 2–4 mm). Die Sekundärnerven sind opponierend bis schwach alternierend, 14–19–22 Paar. Sie münden straff in die Spitzen der Hauptzähne. Verschiedentlich treten Gabelungen der Sekundärnerven in Randnähe auf, welche als Äste die Nebenzähne innervieren. Sehr selten kommt es zu Gabelungen bereits nach einem Viertel ihres Verlaufes. Die Sekundärnerven schließen mit dem Primärnerv einen Winkel von 54°–33°–10° ein. Die Tertiärnerven bilden sehr engstehende Anastomosen, die sich verschiedentlich gabeln können.

**Bemerkungen:** Vorliegende Blätter unterscheiden sich von *Ulmus carpinoides* Goeppert durch die allgemein schmale ovale Blattform, den zahlreichen eng stehenden Sekundärnerven (bis 22 Paare) sowie der feinen, unregelmäßigen Randzählung (meist neben einen Hauptzahn zwei Nebenzähnen). Zu den zur gleichen Sippe gestellten Blättern aus dem Neogen der Niederrheinischen Bucht (Belz & Mosbrugger 1994) bestehen Unterschiede, während sie mit den Blättern aus Berga (Mai & Walther 1988) sowie mit dem größten Teil der aus dem Untermiozän von Petipsy (Nordböhmen) abgebildeten Blättern von *U. pyramidalis* (Bůžek 1971) fast völlig übereinstimmen. Auch bei dieser Ulmenart sind Taxonomie und Nomenklatur noch nicht zufrieden stellend gelöst (vgl. z. B. Bůžek 1971, Eder-Kovar 1988, Walther 1999). Dabei erscheint es fraglich, ob diese Sippe stratigraphisch älter als *Ulmus carpinifolia* ist. Rezentvergleiche s. Mai & Walther (1988) und Belz & Mosbrugger (1994).

**Vorkommen:** In Europa vom (? Oberoligozän), Untermiozän bis Oberpliozän.

MMG Dresden: O-O 10a, O-O 10b, O-O 21a, O-O 35:1b, O-O 35:1c, O-O 64a, O-O O-O 66, O-O 68a, O-O 68b, O-O 125, O-O 147:2, O-O 149b, O-O 155a, O-O161:2, O-O 171a, O-O 172, O-O181:2, O-O192d, O-O 195 a, O-O 200, O-O 202, IO-O 217, O-O 224b, O-O 226:1e, O-O 245b, O-O 250c, O-O 263, O-O 280b, O-O 285a, O-O 288h, O-O 335: 1c, O-O 336, O-O 344, O-O 345a, O-O 370:2e, O-O 371: 2b, O-O374a, O-O 379f, O-O 389:1b, O-O 390 a, O-O

395, O-O 400a, O-O 403:2a, O-O 410, O-O 424, O-O 439a, O-O 446:2, O-O 451, O-O 467:1a, O-O 475, O-O 489a, O-O 511, O-O 526.

Museum Kamenz: KAM O-O 2a.

### Zelkova Spach

Die sechs rezenten Arten sind in Ostasien (*Z. serrata* (Thunberg) Makino, *Z. sinica* Schneider) in Transkaukasien (*Z. carpinifolia* (Pallas) Koch und auf Kreta (*Z. cretica* Spach) verbreitet. Davon sind vier typische Elemente der südostchinesischen Florenprovinz. In Europa tritt *Zelkova* nur als Relikt auf (z. B. *cretica* Spach = *Z. abelicea* (Lamarck) Boissier.). Es sind sommergrüne Bäume und Sträucher, vorwiegend in „Mixed Mesophytic Forests“ oder in Sommerlaubwäldern. Auf Kreta bilden sie subxerophile Gebüsche.

Die Früchte sind schief-eiförmig und steinfruchtartig. An ihrer flachen Basis ist der Rest des Kelches zu erkennen (weitere Details s. Mai & Walther 1988). Die Blätter sind klein, oval bis schmal oval. Der Blattrand ist einfach grob gesägt. Die Blätter weisen eine außerordentliche Variationsbreite auf. Es sind auch Verwechslungen mit *Ulmus fischeri* Heer möglich.

Fossile Funde in Europa werden auf das Oligozän bis Pliozän datiert und stellen meist wichtige Akzessorien dar. In Westasien existieren Belege, die vermutlich schon auf ein Vorkommen in der Oberkreide(?) hinweisen. In Nordamerika sind Funde von *Zelkova* aus dem Eozän bekannt.

**Artenbeschreibung** (Auswahl): Unger 1843, 1845; Kovats 1851; Mädler 1939; Chandler 1957; Bůžek & Kotloba 1963; Tralau 1963a; Mai & Walther 1988, Kvaček & Walther 1995; Knobloch 1998.

### *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bůžek et Kotloba

Taf.1, Fig. 12; Taf. 4, Fig. 1–5; Taf. 8, Fig. 3

1843 *Ulmus zelkovaefolia* Unger, Chloris protogaea S. 94, Taf. 24, Fig. 8–13, Taf. 26, Fig. 7, 8, Parschlug, Steiermark (Obermiozän).

1963 *Zelkova zelkovifolia* Unger; Bůžek & Kotloba in Kotloba, Acta Mus. Nat. Prague, 19, B 2, S. 59, Taf. 3, Fig. 7, 8, Bory, Südslowakei (Obermiozän).

1971 *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bůžek & Kotloba; Bůžek, Rozpr. Úst. Úst.geol. 36(1), S. 58, Pětipsy-Gebiet, bei Kadan, Nordböhmen (Untermiozän)

1988 *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bůžek et Kotloba; Mai & Walther, Quartär-Paläontologie 7, S. 114, Taf. 34, Fig. 8–11, Abb. 36, Berga, Thüringen (Oberpliozän).

1996 *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bůžek et Kotloba; Kvaček & Walther, Acta Mus. Nat. Prague, B. hist. Nat. 1994, S. 39, Taf. 3, Fig. 4–5, 8. Text-Fig. 3, 4/22, Suleitice-Berand b. Ústí nad Labem, Nordböhmen (Unteroligozän).

1998 *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bůžek et Kotloba; Knobloch, Dokumenta naturae 120, S. 22, Taf. 7, Fig. 1–10, Taf. 8, Fig. 1–9, Taf. 48, Fig. 5, Abb. 8a–c, Willershausen, Harz (Unter- bis Mittelpliozän).

**Weitere Synonyma:** z. B. Mädler 1939, Tralau 1963, Eder-Kovar 1988, Belz & Mosbrugger 1994.

Die Blätter sind einfach, pinnat, ovat, oblong-ovat bis breit-ovat. Sie sind 37 bis 72 mm lang und 24 bis 37 mm breit. Der Blattstiel ist nur fragmentarisch erhalten. Der Apex ist dreieckig bis spitz dreieckig, verschiedentlich lang zugespitzt. Die Basis ist mehr oder wenig deutlich asymmetrisch bis keilförmig gerundet. Der Blattrand ist einfach grob gesägt. Die Zähne sind groß, stumpf bis asymmetrisch zugespitzt (*straight convex to convex convex* n. Dilcher 1974, S. 25) sowie apikalwärts gerichtet. Die Blätter weisen einen geraden, kräftigen Primärnerv sowie crapedodrome Sekundärnerven auf. Diese kommen zu 7–12 Paaren vor, sind alternierend und besonders stark in der Region der Spreitenbasis opponierend. Sie schließen mit dem Primärnerv einen Winkel von 26°–(36°)–48° ein. Die Sekundärnerven weisen ein bis vier Gabelungen, direkt nach Austritt aus dem Primärnerv bzw. in der Hälfte ihres Verlaufes oder im letzten Drittel auf, welche direkt in die Zahnspitzen münden. Tertiärnerven sind nur sehr vereinzelt nachweisbar und bilden senkrechte, sich teilweise wiederum gabelnde Anastomosen. Die Blattlamina ist kräftig als Abdruck oder Eisenhydroxid-Imprägnation erhalten.

**Bemerkungen:** Es liegen die typischen Blattformen für diese Formart vor (s. Mai & Walther 1988, Kvaček & Walther 1995; weitere Bemerkungen s. Walther in Mai & Walther 1988: 114). In der vorliegenden Flora stellt *Zelkova* nur ein Akzessorium dar. Sie ist ein Element des mesophytischen Waldes, welches teilweise bis in den Bereich der Hartholzauereichen reichen kann (Eder-Kovar 1988, Belz & Mosbrugger 1994).

**Vorkommen:** In Mitteleuropa vom Unteroligzän bis Oberpliozän bekannt.

MMG Dresden: O-O 19a, O-O 97:2c, O-O 113a, O-O 123:1, O-O 132, O-O 149a, O-O 219, O-O254a, O-O 267, O-O 377b, O-O 380b.

Mus. Kamenz: KAM O-O 16a

## Juglandaceae

### *Pterocarya* Kunth

Die Gattung *Pterocarya* umfasst 10 Arten und ist in den nördlich-temperierten Gebieten Kleinasiens, Transkaukasiens und Ostasiens, mit Ausnahme des Himalajas beheimatet. Die meisten Arten der hohen, fiederblättrigen Bäume sind Vertreter in „Mixed Mesophytic Forests“ oder deren Abwandlungen in Ostasien (Regenwälder, Bergmischwälder, Flussuferwälder). Seltener finden sie ihre Verbreitung in nördlichen Sommerlaubwäldern, im Tiefland von Shenxi (China) oder in den mitteljapanischen „*Fagus crenata*-Wäldern“. In Mitteleuropa ist *Pterocarya* seit dem Ende des 18. Jahrhunderts in Kultur bekannt (*P. fraxinifolia* 1782, *P. stenocarpa* 1860). Alte Bäume sind verschiedentlich vielstämmig. Wichtige Voraussetzungen für das Vorkommen der Arten sind eine hohe Luft- oder Bodenfeuchtigkeit sowie frische, tiefgründige Böden. Nur drei Arten sind winterhart. Das Vorkommen ist ab dem Untereozän in Westsibirien und Europa mit mehreren Arten (Früchte, Blätter, Pollen) belegt. Erst im Mittelpleistozän wurde *Pterocarya* zurückgedrängt.

Die Nussfrüchte sind klein mit einem Durchmesser von 6–10 mm. Sie bestehen aus einem dickem, holzigem Endokarp und einem häutig-lederigem Exokarp mit sekundären Septen, die das Fach unvollkommen vierteilen. Die Vorblätter wachsen in zwei paarige, breite und lange Flügel aus, die schief oder fast in Richtung der Fruchtachse ansitzen, was eine anemochore Verbreitung ermöglicht. Fossil sind meist nur die Fiederblättchen überliefert. Charakteristisch für die Epidermisstruktur sind anomozytische Stomata und pelate Trichome. Es sind Abgrenzungsprobleme mit der Gattung *Carya* möglich.

**Artenbeschreibungen** (Auswahl): Iljinskaja 1953, 1962, 1964; Knobloch 1969; Knobloch & Kvaček 1976; Mai & Walther 1988; Belz & Mosbrugger 1994.

### *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Iljinskaja

Taf. 1, Fig. 3; Taf. 7, Fig. 3

**Basionym:** *Prunus paradisiaca* Unger 1849, Haiding, Naturwiss. Abh. S. 7, Taf. 14, Fig. 22, Swosowice, Galizien (Obermiozän).

- 1962 *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Iljinskaja; Iljinskaja, Palaeontol. Z., **3**, S. 104, Swosowice, Galizien (Obermiozän).
- 1964 *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Iljinskaja; Iljinskaja, Paleobotanika, **5**, S. 130, Taf. 2, Fig. 1–4, Taf. 6, Fig. 9, Swosowice, Galizien (Obermiozän).
- 1976 *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Iljinskaja; Knobloch & Kvaček, Rozprav. Ustr. Ustav. Geol. **42**, S. 24, Taf. 1, Fig. 4, 9, 11, Taf. 9, Fig. 1–3, Taf. 11, Fig. 5, Taf. 12, Fig. 5, 16, Taf. 30, Fig. 7, Taf. 31, Fig. 13, Abb. 8, Wackersdorf, Oberpfalz (Untermiozän).
- 1988 *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Iljinskaja; Eder-Kovar, Beiträge z. Paläontologie Österreich **14**, S. 45, Taf. 8, Fig. 1, 2, Lohnsburg b. Linz (Obermiozän – Pannon).
- 1988 *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Iljinskaja; Mai & Walther, Quartärpaläontologie **7**, S. 139, Taf. 7, Fig. 12, Abb. 53, Berga, Thüringen (Oberpliozän).
- 1994 *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Iljinskaja; Belz & Mosbrugger, Palaeontographica B, **253**, S. 64, Taf. 3, Fig. 7, Taf. 9, Fig. 5, 6, Abb. 22 d–g, Niederrheinische Bucht, Inden-Schichten (Obermiozän), Hauptkiesserie (Mio/Pliozän), Rotton (Unterpliozän).

**Weitere Synonyma** s. Iljinskaja (1964, 1968), Knobloch & Kvaček (1976), Belz & Mosbrugger (1994).

Es liegen etwa 52 Reste von Fiederblättern unterschiedlicher Größe vor. Häufig sind nur Fragmente erhalten.

Die Fiederblätter sind oblong-ovate, seltener auch obovate. Sie sind 35 bis 105 mm lang, 19 bis 54 mm breit und mehr oder weniger stark asymmetrisch. Die symmetrischen Endfiederblätter mit dem bis zu 8 mm lange Blattstiel sind selten erhalten. Der Apex ist acut bis acuminat, die Spreitenbasis obtusate bis cuneate und mit Ausnahme der Endfiedern asymmetrisch. Der fein gesägte Blattrand weist 5–10 regelmäßig ausgebildete Zähnen pro cm auf. Die Zähne sind serrate acut mit spitzen Sinus. Die Primärnerven der Fiederblätter sind kräftig; die Sekundärnerven schwach alternierend bis opponierend. Die Fiederblättchen weisen 9 bis 12 (16) Paare, semicraspedodrome Sekundärnerven auf, welche mit dem Primärnerv einen Winkel von 32°–50°–73° einschließen. Sie verlaufen bogig zum Blattrand und verbinden sich dort. Verschie-

dentlich können 1 bis 2 Intersekundärnerven auftreten (s. Zhilin 1974). Von den Randschlingen führen feine Äste in die Spitzen der Zähnchen. Dabei kann mit etwa drei Ästen pro Sekundärnerv gerechnet werden (s. Knobloch & Kvaček 1976). Tertiärnerven bilden ein polygonales Maschenwerk in dem verschiedentlich vier- bis sechseckige Areolen nachweisbar sind. Die Blattlamina ist mächtig stark.

**Bemerkungen:** Diese Juglandaceae weist eine große Variabilität in den Blattformen und Blattgrößen auf. Es ist eine typische neogene Sippe, die besonders in den europäischen Pliozänfloren weit verbreitet ist (z. B. Depape 1922; Stojanoff & Stefanoff 1929; Stefanoff & Jordanoff 1935; Pop 1936; Walther in Mai & Walther 1988). Einige der oben genannten Autoren benutzen dabei die Namen rezenter Arten (*Pterocarya caucasica* C. A. Mey., *P. pterocarpa* (Michx.) Kunth = *P. fraxinifolia* (Lam.) Spach), eine Verfahrensweise, von der besser Abstand genommen werden sollte (s. Mai & Walther 1988). Die fossile Flügelnuss wird von vielen Autoren mit der rezenten *Pterocarya fraxinifolia* (Lam.) Spach aus dem Kaukasus verglichen (z. B. Knobloch & Kvaček 1976, Belz & Mosbrugger 1994). *P. paradisiaca* gehört als typisches arktotertiäres Element (vergl. Kvaček 1994) zum Bestand der flussbegleitenden Auenwälder. Sein Standort ist allerdings jenseits der direkten Überschwemmungszone zu suchen. In Ottendorf-Okrilla gehört diese Juglandaceae zu den prädominanten Sippen.

**Vorkommen:** In Europa vom Oberoligozän bis ins Oberpliozän in unterschiedlicher Häufigkeit.

MMG Dresden: O-O 17a, O-O 17:2a, O-O 27a, O-O 37, O-O 55:1a,2a, O-O 55:1c, d, O-O 55:2, O-O 89c, O-O 99c, O-O 123:1, O-O 132a, O-O 163b, O-O 173a, O-O 181:2, O-O 184, O-O 198a, O-O 217d, O-O226:1, O-O 230a, b, O-O 235, O-O 271, O-O375c, O-O 387c, O-O 389:1a, 2a, O-O 391b, O-O 397, O-O 413, O-O 432:2a, O-O 439b, O-O 446:2, O-O 462a, O-O478a, O-O 487a.

Museum Kamenz: KAM O-O 1:1d, 1:2d, O-O 2c, KAM O-O 4a, KAM O-O 12e, KAM O-O 14b, KAM O-O 15g, O-O 16c, KAM O-O 19c, KAM 20a, O-O KAM 34a, KAM O-O 54a, KAM O-O 56d, KAM O-O 71.

## Salicacea

### *Populus* Linné

*Populus* ist heute mit etwa 35 Arten in der nördlichen temperierten Zone verbreitet, fehlt jedoch im arktischen Gebiet. Als flussbegleitende Baumart dringt *Populus* weit in die subtropische Zone (Niltal, Punjab, Burma, Guatemala) vor. Durch einen großen Artenreichtum sind Ostasien und das atlantische Nordamerika ausgezeichnet (19 bzw. 9 Arten). *P. ilicifolia* Rouleau ist die einzige, südhemisphärisch verbreitete Pappelart (Ostafrika, Kenia). An edaphisch feuchten Orten ist diese Gattung nicht vom Großklima abhängig (Bader 1960). Sie kann somit nicht als Klimaindikator herangezogen werden.

In Europa sind fossile Funde aus dem Unteroligozän bis Oberpliozän bekannt. *Populus* ist ein wichtiges Element der flussbegleitenden oligozänen Auenwälder, wie z. B. *P. germanica* (Mai & Walther 1978).

**Artenbeschreibungen:** Depape (1922); Laurent & Marty (1923); Stojanoff & Stefanoff (1929); Straus (1930); Stefanoff & Jordanoff (1935); Hantke (1954); Knobloch & Kvaček (1976); Mai & Walther (1978, 1991); Hummel (1983), Belz & Mosbrugger 1994; Knobloch (1998).

### *Populus* cf. *populina* (Brongniart) Knobloch

Taf. 1, Fig. 9; Taf. 9, Fig. 1

**Basionym:** 1822 b *Phyllites populina* Brongniart, Mémoires Mus. hist. nat., 8: 237, Taf. 14, Fig. 4.

1856 *Populus latior* A. Br., Heer, O., Fl. tert. Helv. II Taf. 53, Fig. 1 (Lectotypus), Oehningen, Baden (Obermiozän)

1964 *Populus populina* (Brongniart) Knobloch, N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1964: 601.

1976 *Populus populina* (Brongniart) Knobloch, Knobloch & Kvaček, Rozpr. úst. Úst. geol. 42: 5, Abb. 24, Taf. 20, Fig. 5, Taf. 32, Fig. 1–3, (Untermiozän)

**Weitere Synonyme:** Knobloch 1964, Knobloch & Kvaček 1976, Hummel 1983, Eder-Kovar 1988, Belz & Mosbrugger 1994.

Die Blätter sind einfach, rundlich, bis 60 mm lang und 53 mm breit und weisen einen breit dreieckigen Apex

sowie eine breit gerundete, flach bis subcordate Spreitenbasis auf. Der Blattstiel ist bis 27 mm lang und nicht sehr kräftig. Der Blattrand ist bis auf die Basalregion grob gezähnt; die Zähne sind breit dreieckig. Der mittlere Primärnerv der palminerven Blätter führt gerade bis leicht wellig in die Blattspitze und ist nur unwesentlich stärker als die acrodromen basalen Nerven. Diese verlaufen bogig bis zur Hälfte bzw. bis zum obersten Drittel in die Blattlamina, wo sie in die Randzähne ausmünden. Basalseitig führen 5–7 Außenäste bogig in die Blattzähne. Dabei können sie sich noch einmal teilen. Die Sekundärnerven sind craspedodrom. 3–4 Paare schließen mit dem Primärnerv einen Winkel von 34°–40° ein. Die Tertiärnerven bilden gemeinsam mit der höheren Nervatur ein dichtes polygonales Netz. Vereinzelt können in der Apikalregion auch Intersekundärnerven auftreten.

**Bemerkungen:** Die vorliegenden Pappelblätter sind bis auf zwei Ausnahmen nur fragmentarisch erhalten. Die Belege zeigen die in der Literatur mehrfach erwähnte große Variationsbreite in der Blattmorphologie (z. B. Hantke 1954, Knobloch 1998). Sie werden mit einem gewissen Vorbehalt zu der neogenen *Populus populina* gestellt, was durch das Fehlen des Nachweises der Epidermisstruktur begründet wird. Nach Ferguson (1971), Knobloch & Kvaček (1976), Hummel (1983) und Belz & Mosbrugger (1994) zeigt die Epidermisstruktur die für diese Formart charakteristischen Merkmale. Diese unterscheidet sich aber deutlich von den pliozänen fast kreisrunden Pappelblättern mit ausschweifend stumpf-breit-kerbzähni-gem Rand, die als *Populus cf. tremula*, *P. tremula* foss. oder *P. cf. tremula* beschrieben werden (s. z. B. Depape 1922, Laurent & Marty 1923, Stojanoff & Stefanoff 1929, Kilpper 1959, Geissert 1972, Zastawniak 1972, Mai & Walther 1988).

Die fossile Art wird mit rezenten Vertretern aus der Sektion *Leuce* Duby verglichen. Knobloch & Kvaček (1976) sowie Belz & Mosbrugger (1994) sehen sie als mögliche Ausgangsform der in Eurasien verbreiteten Sippen *Populus tremula* und *Populus alba* L. an. Die vermutete Beziehung zu der „amerikanischen Pappel“ *Populus deltoides* Marsh, Sektion *Aieiros* Duby kann trotz großer blattmorphologischer Übereinstimmung (z. B. Menzel 1906, Meyer in Kräusel 1919, Hantke 1954, Kramer 1974, Hummel 1983) nicht aufrechterhalten werden.

**Vorkommen:** Untermiozän bis Pliozän in Mitteleuropa mit sehr unterschiedlicher Häufigkeit verbreitet.

MMG Dresden: O-O 132b, O-O 146:1, O-O 176:1d, O-O 192a, O-O266, O-O276:1, O-O279, O-O370:2d, O-O 388a, O-O 516, O-O 524.

### *Salix* Linné

Mit 500–600 Arten ist die Gattung *Salix* fast kosmopolitisch verbreitet (Ausnahme Australien). Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich über alle Teile der nördlichen gemäßigten Zone bis zur Arktis. Einige wenige Arten sind auch in den Tropen und den südlichen gemäßigten Zone heimisch.

*Salix* ist meist an kein bestimmtes Klima gebunden und von sehr unbestimmter Ökologie (extrazonales Element).

Fossile Funde sind bereits aus dem Paläozän Westeuropas bekannt. In Mitteleuropa ist *Salix* ab dem Unteroligozän belegbar. Die Bestimmung nach Blattgestalt und Randzählung zur Trennung von Arten stellt sich als problematisch dar. Nach Mai (1995) besitzen die obermiozänen *Salix*-Infloreszenzen im Gegensatz zu den heutigen europäischen Weiden mehr als zwei Stamina, womit ein Vergleich mit exotischen Weiden sicher ist. Nach Heer (1856) gehört die Mehrzahl der tertiären Weiden zur Abteilung der stieldrüsigigen Weiden (*Didymadeniae* Seem.). Diese umfasst die Mandel- (*Pleiandrae* Andrae) und Bruchweiden (*Diandrae* Seem.), die im Tertiär häufiger als in der heutigen europäischen Flora waren. Zu diesen baumartigen Weiden sind die fossilen *Salix*-Arten wie *S. varians* Goeppert, *S. macrophylla* Heer und *S. lavateri* A. Braun zu stellen. Sie werden mit den rezenten *S. canariensis* oder einer der wenigen Arten der Tropen wie *S. bonplandiana* Kunth verglichen.

**Artenbeschreibung** (Auswahl): Menzel 1906, Meyer in Kräusel 1919, Kräusel & Weyland 1954; Kolakovskij (1964); Bůžek (1971), Knobloch & Kvaček, Mai & Walther 1978; Belz & Mosbrugger 1994.

### *Salix cf. integra* Goeppert

Taf. 1, Fig. 16; Taf. 6, Fig. 3

**Basionym:** 1855 *Salix integra* Goeppert, Tert. Fl. Schosnitz, S. 25, T. 19, Fig. 1–16, Sosnica, Westpolen (Obermiozän).

- 1885 *Salix zoberbieri* v. Fritsch, Jb. Preuß. geol. Landesanst. NF. 1884, S. 428, Taf. 26, Fig. 18–22, Rippersroda, Thüringen (Oberpliozän).
- 1919 *Salix integra* Goeppert, Meyer in Kräusel (Hrsg.), Jahrb. Preuß. geol. Landesanst. (f. 1917), S. 152, Taf. 13, Fig. 9, 19, Taf. 14, Fig. 21, 22, Schossnitz (Sosnica), Westpolen (Obermiozän).
- 1988 *Salix* cf. *integra* Goeppert, Mai & Walther, Quartär-Paläontologie 7, S. 151, Rippersroda, Thüringen (Oberpliozän).

Die Blätter sind lanzettlich bis schwach oval-lanzettlich, 43–75 mm lang und 9–14 mm breit. Sie weisen einen lang zugespitzten Apex sowie eine leicht asymmetrische, spitz cuneate und ganzrandige Spreitenbasis auf. Der Blattstiel ist 2, selten bis 12 mm lang. Bis zu 14 Paar camptodrome, opponierende bis schwach alternierende Sekundärnerven schließen mit dem kräftigen Primärnerv Winkel von 40°–33°–26° ein. Sie führen leicht bis stark bogig zum Rand. Eine höhere Nervatur ist nur fragmentarisch überliefert.

Die Lamina ist sehr selten inkohlt überliefert. Auch die dünne Kutikula ist mangelhaft erhalten. Die Zellen der oberen Epidermis sind nur undeutlich erkennbar. Vereinzelt zeichnen sich einzellige Trichombasen (8 µm Durchmesser) und eine feine dichte Kutikularstreifung ab. Die untere Epidermis zeigt unregelmäßig verteilte parazytische Stomata, sie sind 16–24 µm lang und 14–20 µm breit. Die inneren Schließleisten der Spaltöffnungen sind deutlich kutinisiert. Der Porus ist lanzettlich-oval.

**Bemerkungen:** Die vorliegenden einfachen Blätter lassen sich nach der Morphologie und den parazytischen Spaltöffnungen zur Gattung *Salix* L. stellen. Besonders bei den ganzrandigen Arten sind noch große Unklarheiten in der genauen Zuordnung vorhanden. Bisher fehlt eine moderne monographische Bearbeitung der tertiären Weiden. Unter den bisher in der tertiärbotanischen Literatur beschriebenen Arten, bestehen große Analogien zu *Salix integra* Goeppert (1855) aus Sosnica (Sekundärnervatur, Blattform). Berger (1955) und Knobloch (1969) setzen dabei den Gattungsnamen dieser Art in Gänsefüßchen. Zu *Salix angusta* A. Braun bestehen keine Analogien (höhere Sekundärnervenzahl, Spreitenbasis) s. Hantke (1954). Auch *Salix haidingeri* Ettingshausen sensu Bůžek (1971) weicht von vorliegender Formart durch die höhere Anzahl an Sekundärnerven und dem teilweisen Vorhandensein eines gezähnten Randes ab. Das Auftreten feiner Zähn-

chen bei einem Blatt im Medianteil lässt natürlich Zweifel zu, ob evtl. nicht auch die vom Unteroligozän bis Pliozän bekannte *Salix varians* Goeppert vorliegen kann. Zu *Salix kicktonii* Weyland (1934) kann gleichfalls nach Blattgröße und Spreitenausbildung keine Analogie festgestellt werden (s. Belz & Mosbrugger 1994). Zu *Salix moravica* Knobloch (1969) besteht bei einigen Blättern nach der gerundeten Spreitenbasis und der Sekundärnervenzahl größere Ähnlichkeit. Auch zu den von Meyer (1919: Taf. 13, Fig. 2 und 6) als *Salix longa* A. Braun bestimmten lanzeolaten Blättchen lassen sich Analogien zu vorliegenden Blattresten finden. Meyer (1919) vergleicht die tertiären Weidenblätter mit den rezenten *Salix viminalis* L. und *S. repens* L., ein Versuch, der ohne eingehende monographische Bearbeitung dieser schwierigen Gehölzgattung zu einem völlig unbefriedigenden Ergebnis führen muss. *Salix* spielte in der Flora von Ottendorf-Okrilla nur eine sehr untergeordnete Rolle.

**Vorkommen:** Bisher nur aus obermiozänen Fundorten Mitteleuropas bekannt.

MMG Dresden: O-O 178a, O.-O. 311:2, O.-O. 370:1c, O.-O. 428, O.-O. 522, O.-O. 533.

Museum Kamenz: KAM O-O. 213a, O.-O. 223, Präparate MMG: O.-O.26/93–31/93.

#### 4. Paläoökologische, paläoklimatische und stratigraphische Interpretation der Blattflora von Ottendorf-Okrilla

Unter den mehr als 2400 untersuchten Belegen ist die absolut dominante Sippe *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer emend. Kunzmann et al. mit über 1400 Belegen. Es sind mit einer Ausnahme nur Kurztriebe. Prädominant kommen neben *Quercus pseudocastanea* Goeppert (364) noch *Ulmus pyramidalis* Goeppert (239) vor. Sie werden gefolgt von *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Iljinskaja (79), *Liquidambar europaea* A. Braun (62) und *Ulmus* cf. *carpinifolia* (48). Als mehr oder weniger häufige Akzessorien sind *Populus populina* (Brongniart) Knobloch (23), *Salix* cf. *integra* Goeppert (17), *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bůžek & Kotlaba (14), „*Parrotia*“ *pristina* (Ettingshausen) Stur (10), *Cercidiphyllum crenatum* (Unger) Braun (8), *Carpinus* cf. *grandis* Unger (6) und *Carpinus* cf. *betulus*

Linné fossilis (1). Sehr seltene Akzessorien sind *Fagus* aff. *Fagus menzelii* Walther & Zastawniak (2)\* und *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer (2).

Nach dieser floristischen Zusammensetzung liegt ein azonaler, sommergrüner, flussbegleitender Auenwald vor, der seinen Standort sowohl am Rande von Stillwasserbereichen (*Oxbow Lakes*) als auch im Uferbereich der aktiven Flussrinnen hatte. Die Akkumulation der Pflanzenfossilien erfolgte hauptsächlich in Sedimenten stehender Gewässer. Dabei befand sich der Standort der Bäume in unmittelbarer Ufernähe, was sich durch die taphonomischen Verhältnisse ergibt (s. auch Gastaldo et al. 1996, 1998). Die geringmächtigen fossilführenden Tone können nur wenige Vegetationsperioden repräsentieren. Dafür sprechen die Verteilung der Blätter sowie die Größenvariabilität bei den einzelnen Arten in den Schichthorizonten. Im Prinzip stellen die geringmächtigen, blätterführenden Tone die Zeit eines periodischen Laubwechsels dar. Eine Erscheinung wie sie auch aus den fossilreichen Lagerstätten des Oligozäns der Leipziger Tieflandsbucht bekannt ist (Mai & Walther 1978, 1991, Gastaldo et al. 1996, 1998). Damit stellen diese fossilführenden Schichten nur eine kurze Zeiteinheit der Sedimentation der Tonlinsen dar.

Der Auenwald wird nach den dominanten Sippen als „*Taxodium-Quercus-Ulmus-Liquidambar-Auenwald*“ bezeichnet (Abb. 2). Dabei wird eine ständig durchnässte bis überschwemmte Zone mit *Taxodium*, einer Überflutungszone mit *Taxodium* und *Liquidambar* sowie einer grundwassernahen Zone mit *Ulmus*, *Quercus*, *Pterocarya* und *Ginkgo* unterschieden. Mehr trockenere Standorte auf frischen, gut durchlüfteten Böden wurden von *Cercidiphyllum*, *Zelkova*, *Carpinus*, *Parrotia* und evtl. von *Fagus* besiedelt. Es dominiert meist die baumförmige Wuchsform. Hohe Bäume werden von *Taxodium*, *Quercus*, *Ulmus* und *Liquidambar* gebildet. Eine zweite Baumschicht besteht aus *Zelkova*, *Carpinus*, *Pterocarya* und *Populus*. Fragmente einer Strauchschicht sind mit *Parrotia* und *Salix* vorhanden. Zeugen einer Krautschicht fehlen ebenso wie Belege von Wasserpflanzen. Das kann nur zum Teil an Fundlücken liegen. Eine Sukzession der Altwasserarme bis zur Verlandung lässt sich anhand der vorliegenden Pflanzenreste im Untersuchungsgebiet nicht nachweisen (s. Gastaldo et al. 1996, 1998). Der Artenbestand in den kohlig-schluffigen Sedimenten unterscheidet sich nicht

von dem aus den Tonen. Flussbegleitende Auenwälder mit einem hohen Anteil an laubwerfenden Sippen sind in Mitteleuropa seit dem Unteroligozän bekannt (Mai & Walther 1978). Anfangs waren diese durchmischt mit laurophyllen Sippen. Im Verlauf des Neogens wird deren Artenbestand ärmer und letztlich nur noch von sommergrünen Bäumen beherrscht Mai (1995), Mai & Walther (1988). Hauptvertreter dieses Auenwaldes sind neben *Taxodium*, *Populus*, *Ulmus*, *Liquidambar*, *Pterocarya*, *Salix* auch *Acer*. Dabei kann die Häufigkeit der einzelnen Elemente von Flora zu Flora sehr unterschiedlich sein. Bedeutend für den Auenwald von Ottendorf-Okrilla ist neben dem völligen Fehlen von Vertretern der Gattung *Acer*, die Unterrepräsentanz von *Populus* und *Salix*. Lianen fehlen dabei völlig.

Eine Klimainterpretation erfolgt nach den Klimaansprüchen der entsprechenden rezenten Vergleichsformen (Mai 1995, Mosbrugger & Utecher 1997). Bei diesen Vergleichen ist immer Vorsicht geboten, wenn sie sich einzig und allein auf Belege aus europäischen, botanischen Gärten stützen. Besonders wichtig sind dabei die wärme- liebenden und frostempfindlichen Sippen. Dazu gehören *Parrotia*, *Cercidiphyllum*, *Liquidambar* und *Taxodium*. Im Prinzip lassen sich diese Sippen in Mitteleuropa erfolgreich kultivieren, sind aber gegenüber starken Frosteinbrüchen sehr empfindlich, meist unterbleibt auch eine Fruchtbildung. Das Paläoklima war feucht und gemäßigt, mit Jahresmitteltemperaturen zwischen 10–14 °C, wobei Minusgrade bis zu –6 °C im kältesten Monat vorkommen konnten. Die Durchschnittswerte der jährlichen Niederschläge können mit 900–1000 mm/a kalkuliert werden. Ähnliche Werte werden für die viel reichere Flora von Sosnica, Niederschlesien, Polen angegeben (vergl. Heer 1959, Mai 1995).

Sehr umstritten ist die Altersstellung dieser Flora, die zwischen Miozän und Pliozän angenommen wird (Ahrens et al. 1968, Jähnichen 1968, Walther in Kube 1979, Walther 1994d). Während die Karpofloren des höheren Miozäns und tiefen Pliozäns deutliche Unterschiede nach dem Artenbestand erkennen lassen (frdl. Mitteilung von Prof. Dr. D. H. Mai, Berlin), ist es bei den Blattfloren wesentlich schwieriger, vor allem dann, wenn es sich um artenarme Floren wie der Vorliegenden handelt. Gewisse Aussagen können aber auch mit vorliegenden meist azonalen Elementen gemacht werden. Gegen eine Einstufung ins Pliozän spricht der außerordentliche Individuenreichtum an *Taxodium dubium*, die Prädominanz von *Quercus pseudocastanea* sowie das Auftreten von *Populus populina*.

\* betrifft die Hauptinnenfüllung

**Tab. 2:** Häufigkeit der Morpho-Spezies in der Haupttrinnenfüllung

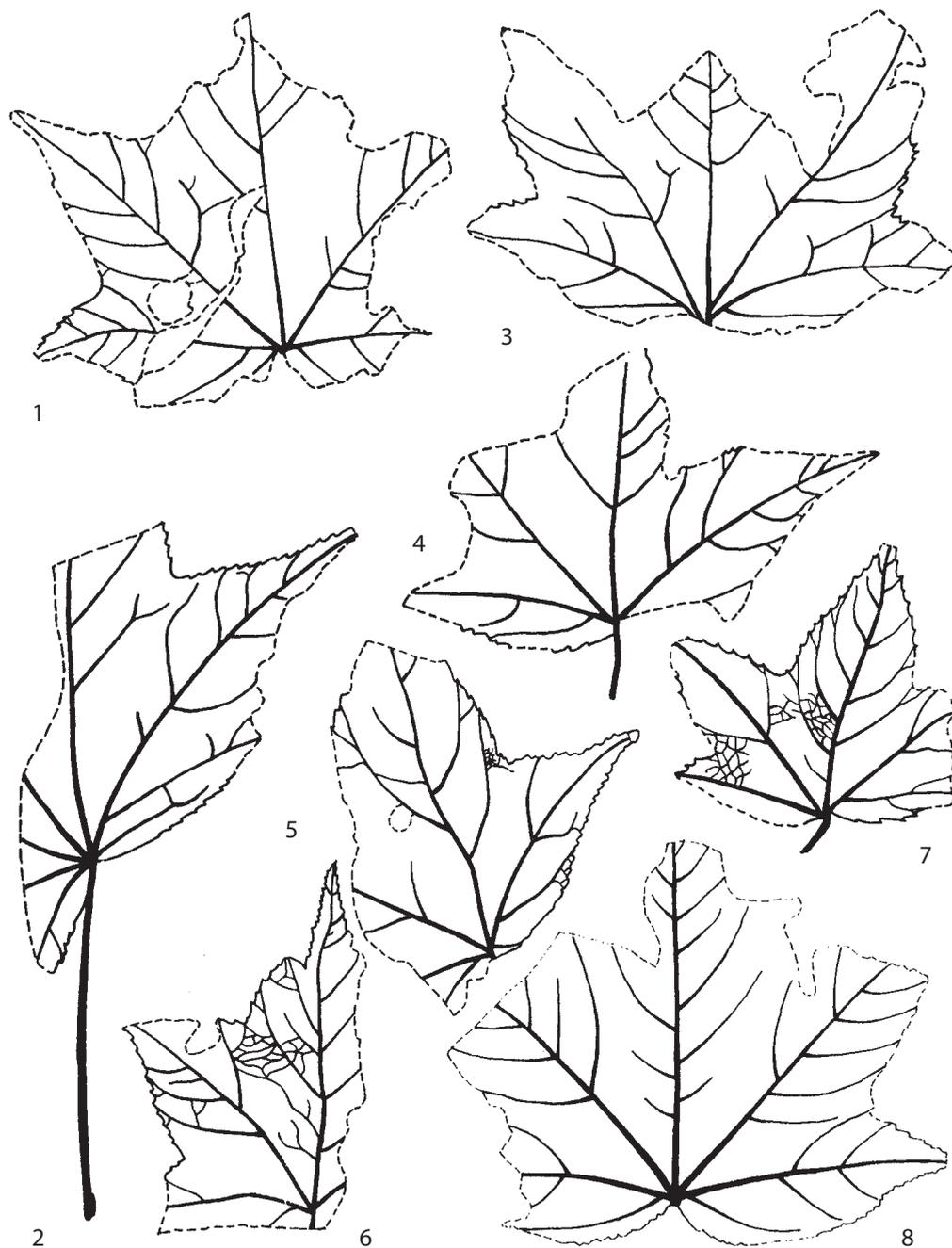
Morpho-Spezies	Familie	Anzahl	MMG	Mus. Kamenz
<i>Carpinus</i> cf. <i>betulus</i> *	Betulaceae	1		1
<i>Carpinus</i> cf. <i>grandis</i>	Betulaceae	6	5	1
<i>Cercidiphyllum crenatum</i>	Cercidiphyllaceae	8	4	4
<i>Fagus</i> sp. affr. <i>F. silesica</i> vel <i>F. kräuselii</i>	Fagaceae	2		
<i>Ginkgo adiantoides</i>	Ginkgoaceae	2		
<i>Liquidambar europaea</i>	Altingiaceae	62	53	9
„ <i>Parrotia</i> “ <i>pristina</i>	Hamamelidaceae	10	9	1
<i>Populus</i> cf. <i>latior</i>	Salicaceae	23	18	5
<i>Pterocarya paradisiaca</i>	Juglandaceae	104	77	27
<i>Quercus pseudocastanea</i>	Fagaceae	364	304	60

Letztere fehlt z. B. in fast allen Pliozän-Floren. Auch treten die für das höhere Pliozän charakteristischen, echten roburoiden Eichen hier nicht auf (Mai & Walther 1988). Ein Vergleich mit den mitteleuropäischen obermiozänen Floren zeigt eine grobe Übereinstimmung, besonders hinsichtlich des Vorkommens von *Quercus pseudocastanea*, *Pterocarya paradisiaca* und *Populus populina*. Die bisher aus den höheren Raunoer Schichten bekannten Blatt-

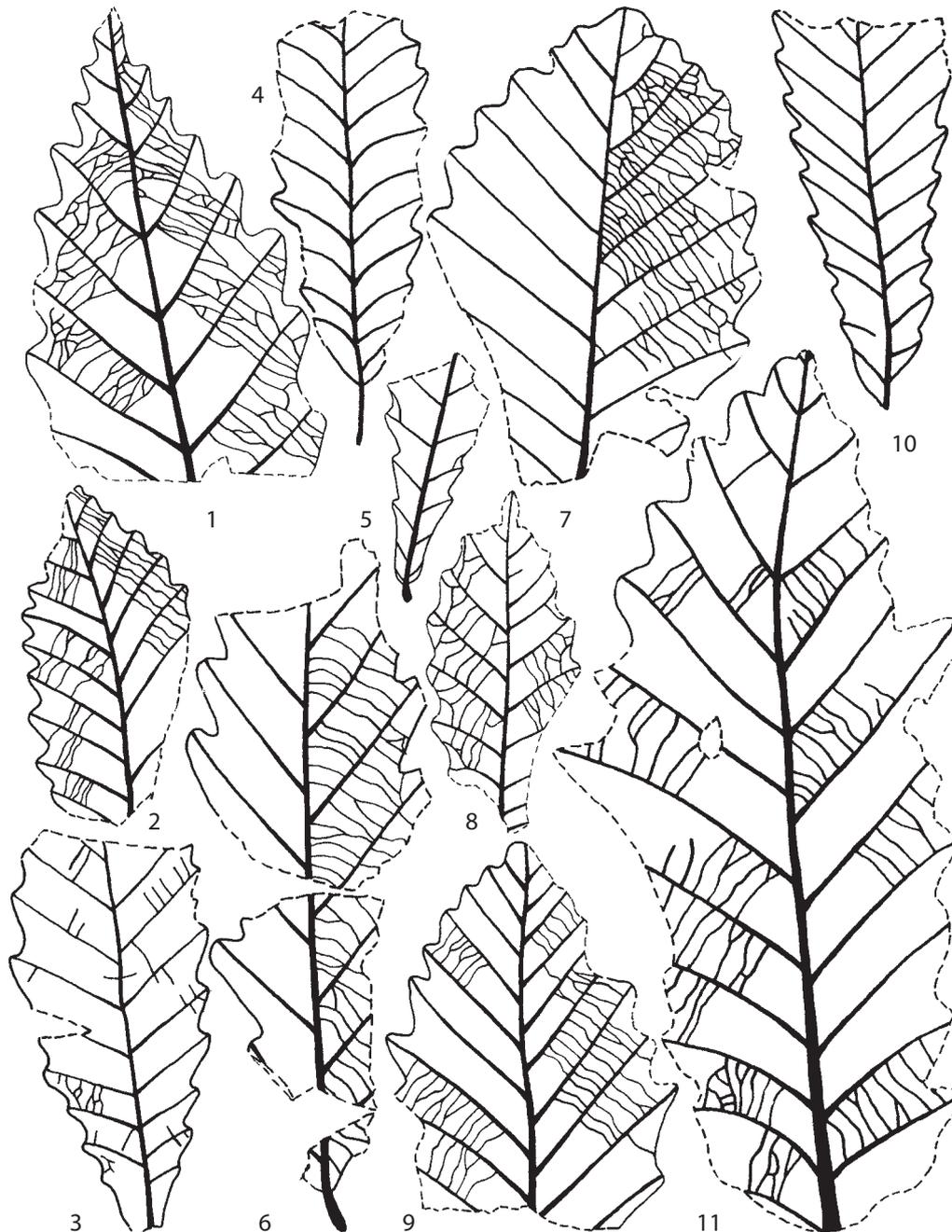
floren sind viel artenreicher, wie es am Beispiel des Wischgrundes bei Kostebrau demonstriert werden kann (Menzel 1906, Striegler 1985). Mehr Ähnlichkeit besteht zu der klassischen Flora von Sosnica, Niederschlesien, Polen, die von Walther & Zastawniak (1991), Dyjor in Zastawniak (1992), Zastawniak & Walther (1998), Walther & Zastawniak (2005) ins höchste Obermiozän gestellt wird.



**Tafel 1:** Florenbild von Ottendorf-Okrilla. **1.** *Carpinus* cf. *betulus* Linné fossilis Engelhardt & Kinkelin, MMG, O-O 426; **2.** *Ulmus pyramidalis* Goepfert emend. Iljinskaja in Takhtahjan, MMG, O-O 68b; **3.** *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Iljinskaja, Fiederblatt, MMG, O-O 235; **4.** *Quercus pseudocastaneae* Goepfert emend. Walther & Zastawniak, vermutlich Blatt eines Wasserschösslings, KAM, O-O 1; **5.** *Quercus pseudocastaneae* Goepfert emend. Walther & Zastawniak, „normalgroßes“ Blatt, MMG, O-O 385: 1a; **6.** *Cercidiphyllum crenatum* (Unger) R. W. Brown, Blattfragment, KAM, 67b; **7.** *Fagus* sp. MMG, O-O 380; **8.** „*Parrotia*“ *pristina* (Ettingshausen) Stur, MMG, O-O 237; **9.** *Populus* cf. *populina* (Brongniart) Knobloch, mittelgroßes Blatt, MMG, O-O 37; **10.** *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, MMG, O-O 535; **11.** *Carpinus* cf. *grandis* Unger emend. Heer, Blattrest, MMG, O-O 254c; **12.** *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bůžek & Kotlaba, basaler Blattrest, MMG, O-O 149; **13.** *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer emend. Kunzmann et al., Kurztrieb, MMG, O-O 34a; **14.** *Liquidambar europaea* A. Braun, großes Blatt, MMG, O-O 2104; **15.** *Ulmus* cf. *carpinoides* Goepfert emend. Iljinskaja in Takhtajan, Basalteil eines lanzettlichen Blattes, MMG, O-O 213a.



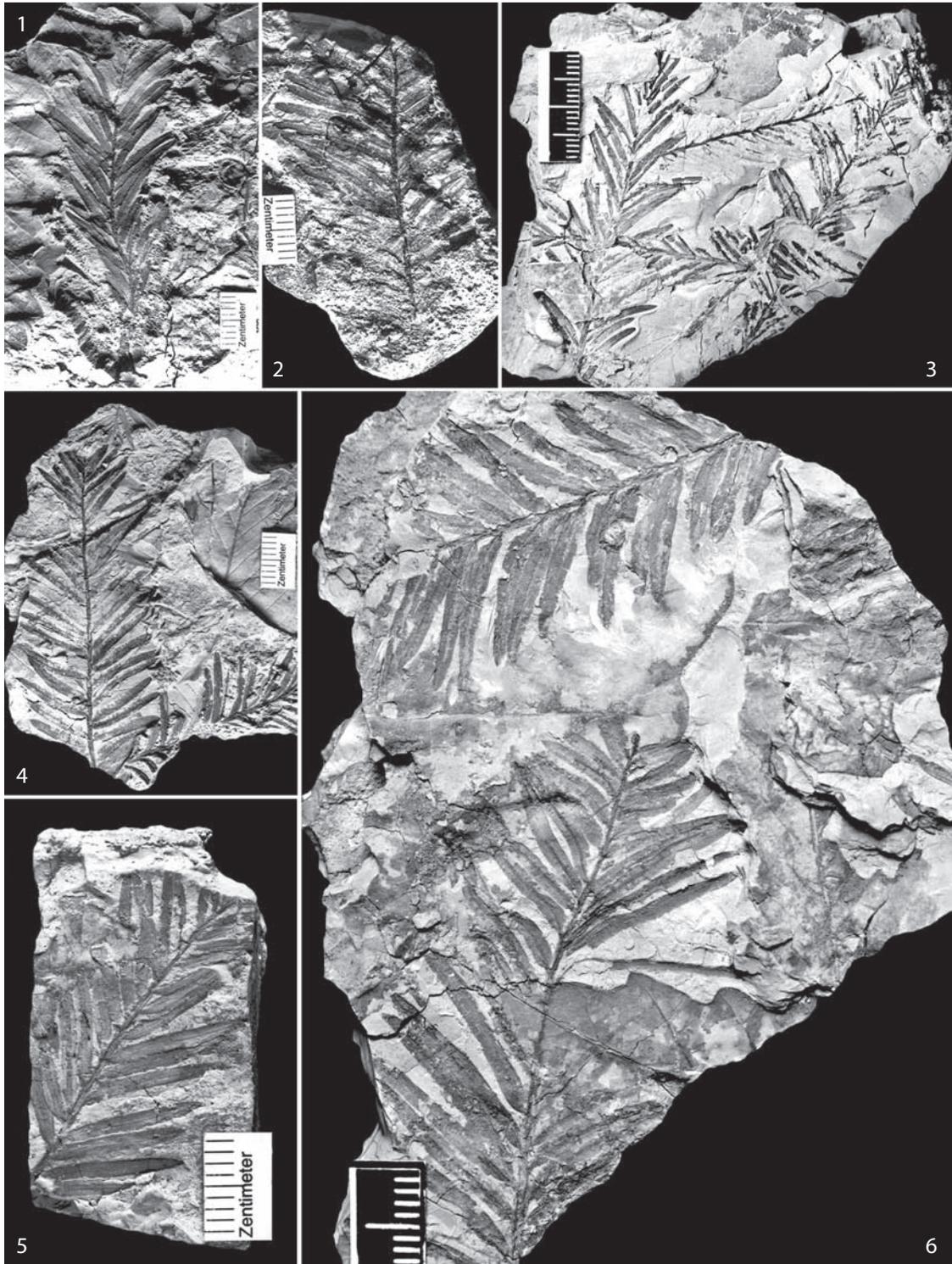
**Tafel 2:** *Liquidambar europaea* A. Braun, Variationsbreite der Blätter. **1.** Fünflappiger Blattrest, MMG, O-O 189; **2.** Basalteil eines langgestielten Blattes, MMG, O-O 378a; **3.** Größere Blattreste mit teilweise erhaltenem fein gesägtem Blattrand, MMG, O-O 95; **4.** Blattrest, kurz gestielt, MMG, O-O 454; **5.** Blattrest, MMG, O-O 276:1a; **6.** Blattrest, leicht verdrückt, MMG, O-O 276:1b; **7.** Kleines Blatt, (?) Sonneblatt, MMG, O-O 130; **8.** Großer Blattrest mit cordater Spreitenbasis, MMG, O-O 61a



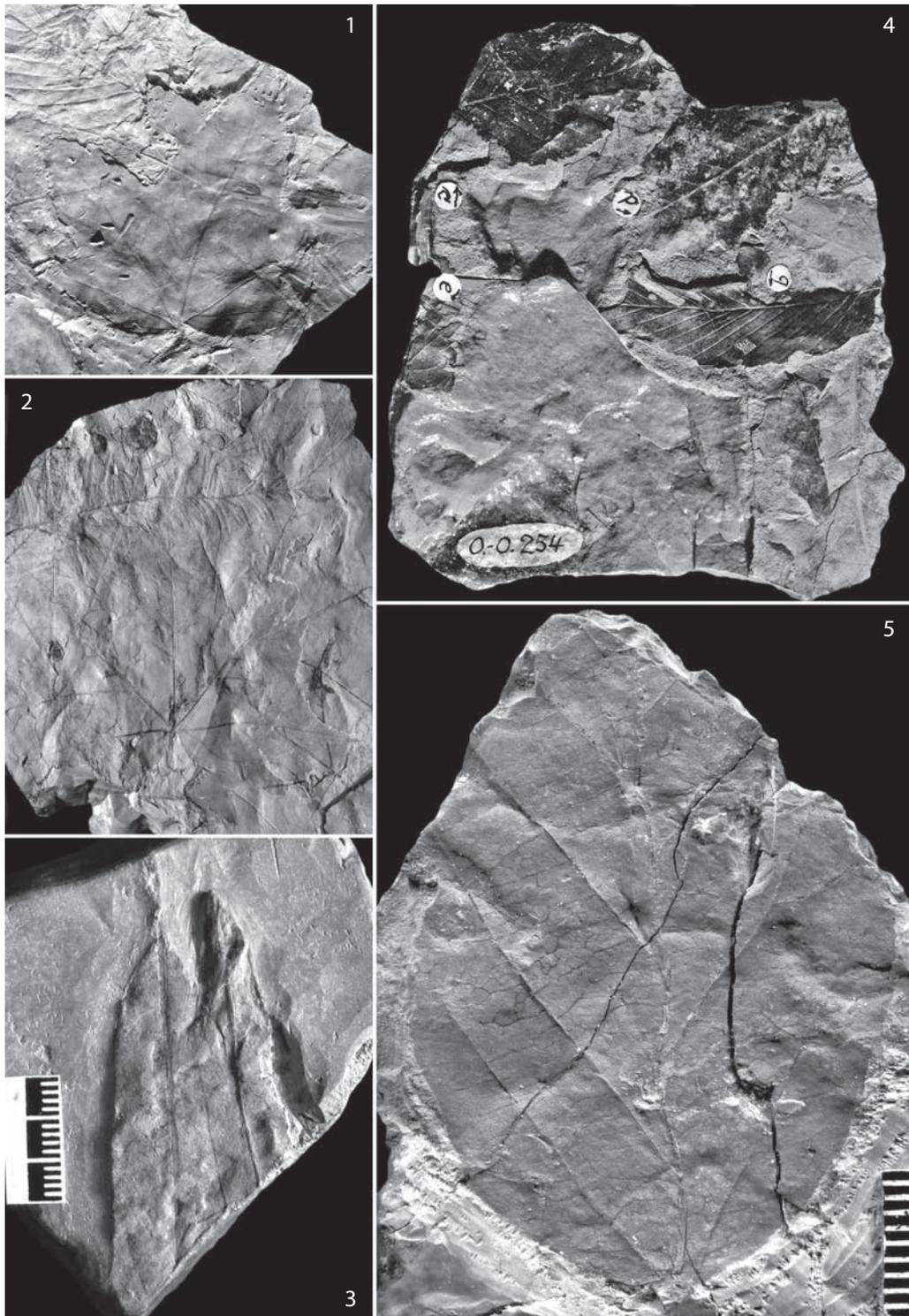
**Tafel 3:** *Quercus pseudocastaneae* Goeppert emend. Walther & Zastawniak (Variabilität der Blätter, alle nat. Größe). **1.** Spitz dreieckiger Apikalteil eines (?) ovaten Blattes, MMG, O-O 370: 1a; **2.** Rest eines mittelgroßen Blattes, MMG, O-O 97: 1a; **3.** Basalteil eines ovaten Blattes, MMG, O-O 347a; **4.** Basalteil eines gestielten schmal ovalen Blattes, MMG, O-O 351a; **5.** Basalteil eines kurzgestielten schmalen ovaten Blattes, MMG, O-O 375d; **6.** Großes schmal ovales Blatt, mit relativ entfernter buchtiger Randzählung, MMG, O-O 155c; **7.** Apikalteil eines ovaten Blattes, MMG, O-O 348a; **8.** Kleines Blatt, MMG, O-O 61b; **9.** Apikalteil eines ovaten Blattes, Spitze stumpf dreieckig, MMG, O-O 371: 2a; **10.** Basalteil eines schmalen, ovaten Blattes mit relativ enger gebuchteter Randzählung, MMG, O-O 288a; **11.** Rest eines großen ovaten Blattes, Schattenblatt oder Blatt von einem Wasserschössling, MMG, O-O 336.



**Tafel 4:** 1–5. *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bůžek & Kotloba, Blattformen, nat. Gr. 1, 3. Obovate Blätter, MMG, O-O 132, MMG, O-O 380b; 2, 4. Ovate Blätter, MMG, O-O 267b, MMG, O-O 113a/c; 5. Breit ovates Blatt, Basis leicht asymmetrisch, MMG, O-O 19a; 6. Ovater Blattrest, MMG, O-O 377b; 7. Ovater Blattrest mit relativ grober Randzählung, MMG, O-O 254a; 8–17: *Ulmus pyramidalis* Goeppert emend Iljinskaja in Takhtajan; 8. Ovates Blatt mit lang zugespitztem Apex, MMG, O-O 155a; 9. Ovater Blattrest, MMG, O-O 35: 1b; 10. Elliptisch bis ovater Blattrest, Apex breit dreieckig, MMG, O-O 285a; 11. Oblong-ovater Blattrest, MMG, O-O 400a; 12. Sehr großes ovates gestieltes Blatt, Schattenblatt oder Blatt von Wasserschössling, MMG, O-O 511; 13. Ovates Blatt mit lang zugespitztem Apex, MMG, O-O 181: 2; 14. Oblong-ovates Blatt, kurz gestielt, MMG, O-O 439a; 15. Elliptisches Blatt, kurz gestielt, Apex breit dreieckig, MMG, O-O 245b; 16. Ovates Blattfragment, MMG, O-O 336; 17. Apikalteil eines ovaten Blattes, MMG, O-O 172; 18–19: *Ulmus* cf. *carpinoides* Goeppert emend. Iljinskaja in Takhtajan: 18. Breit ovates Blatt, MMG, O-O 35: 1c; 19. Blattrest mit z. T. sehr gut erhaltenen Tertiärnerven, MMG, O-O 403: 2a.



**Tafel 5:** *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer emend. Kunzmann et al., Beispiele von Kurztrieben. **1.** Kurztrieb, MMG, O-O 97: 1c; **2.** Kurztrieb aus schwach schluffigem Sediment, MMG, O-O 332; **3.** Verteilung der Kurztriebe von Tonen mit Eisenhydroxid-Ausscheidungen, MMG, O-O 1; **4.** Kurztriebe, MMG, O-O 303; **5.** Kurztrieb durch Eisenhydroxid markiert, MMG, O-O (sine Nr.) Vergr. 1,5×; **6.** Kurztriebe, Verteilungsmuster, MMG O-O 310, Vergr. 2×.



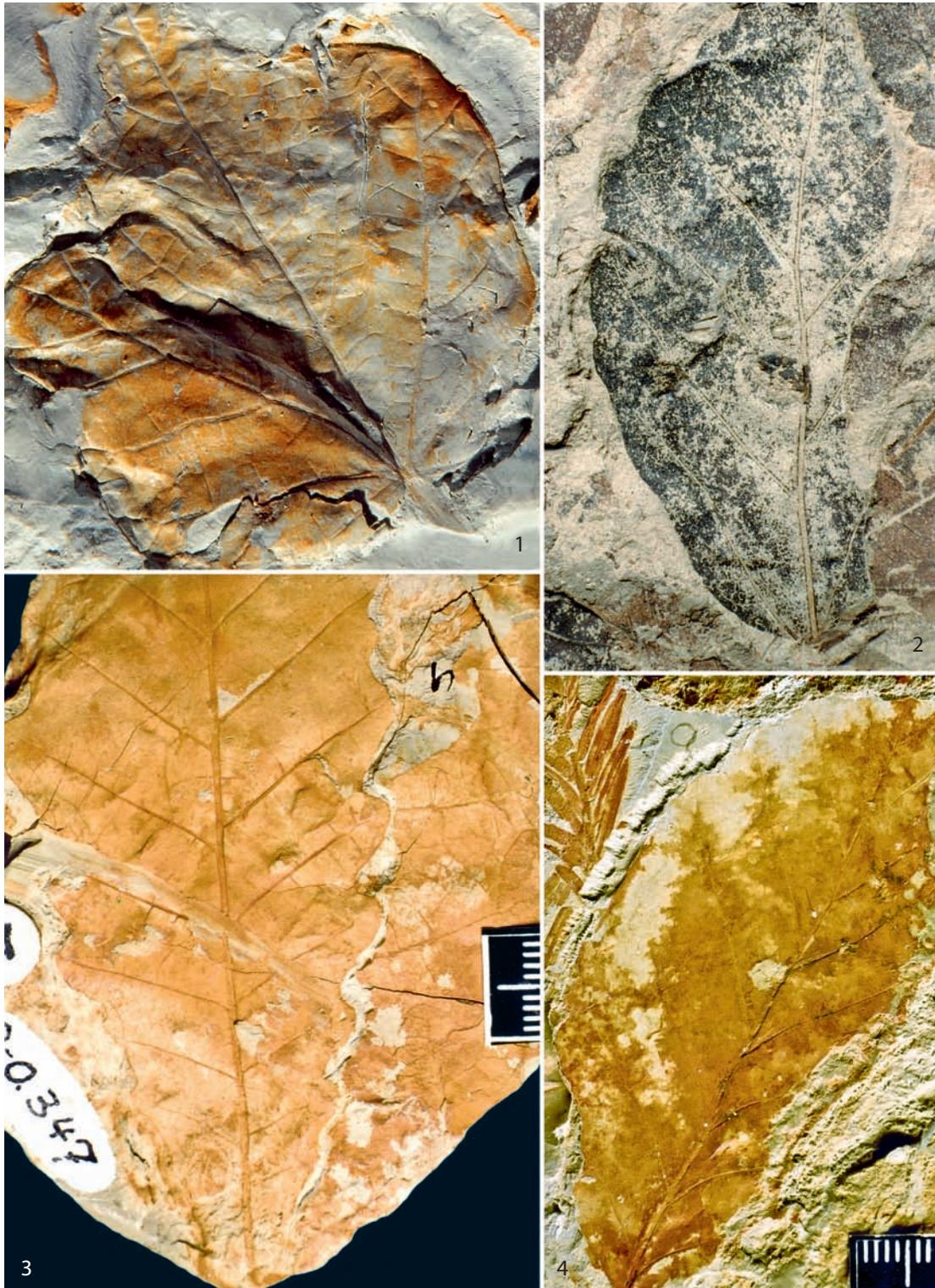
**Tafel 6:** 1, 2. *Liquidambar europaea* A. Braun. 1. Fünflappiger Blattrest, MMG, O-O 272; 2. Blattrest mit tief cordater Spreitenbasis, MMG, O-O 458; 3. *Salix* cf. *integra* Goeppert vel *S. varians* Goeppert, gestielte Blätter, MMG O-O 533; 4. Blätterführende Tone, *Carpinus* cf. *grandis* Unger emend Heer, MMG O-O 254; 5. „*Parrotia*“ *pristina* (Ettingshausen) Stur, MMG, O-O 250a, Vergr. 2×.



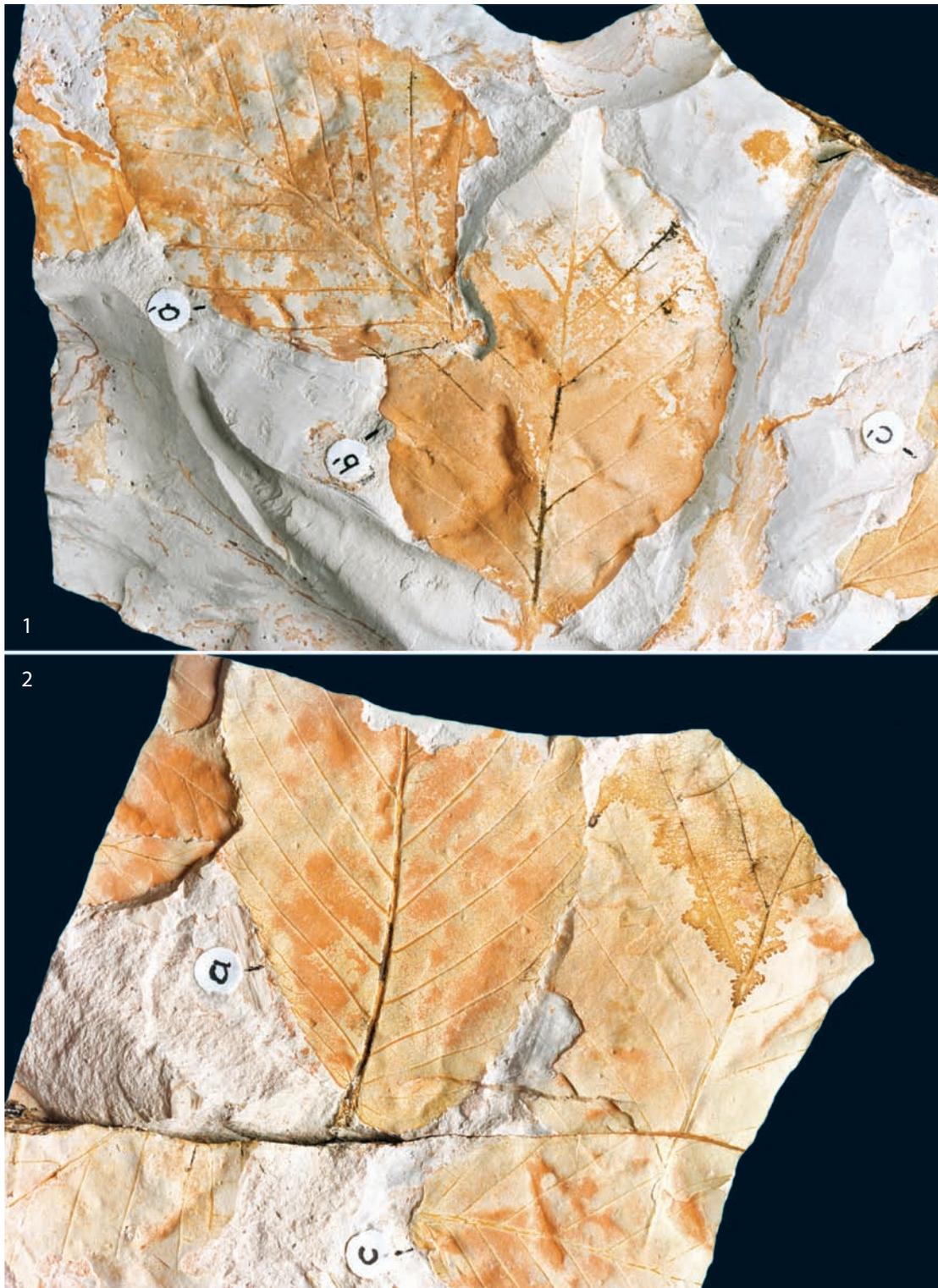
**Tafel 7:** 1. *Quercus pseudocastaneae* Goepfert emend. Walther & Zastawniak, durch Sedimentsetzung deformiertes Blatt, MMG, O-O 371: 1, Vergr. 1,5×; 2. Blätterführende Tone, *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Iljinskaja, Fiederblatt stark von Eisenhydroxid Ausscheidungen bedeckt; 3. *Ulmus pyramidalis* Goepfert emend. Iljinskaja (links), MMG, O-O 46:1, Vergr. 1,5×. 4. *Carpinus* cf. *betulus* Linné, MMG O-0426, Vergr. 3,3×.



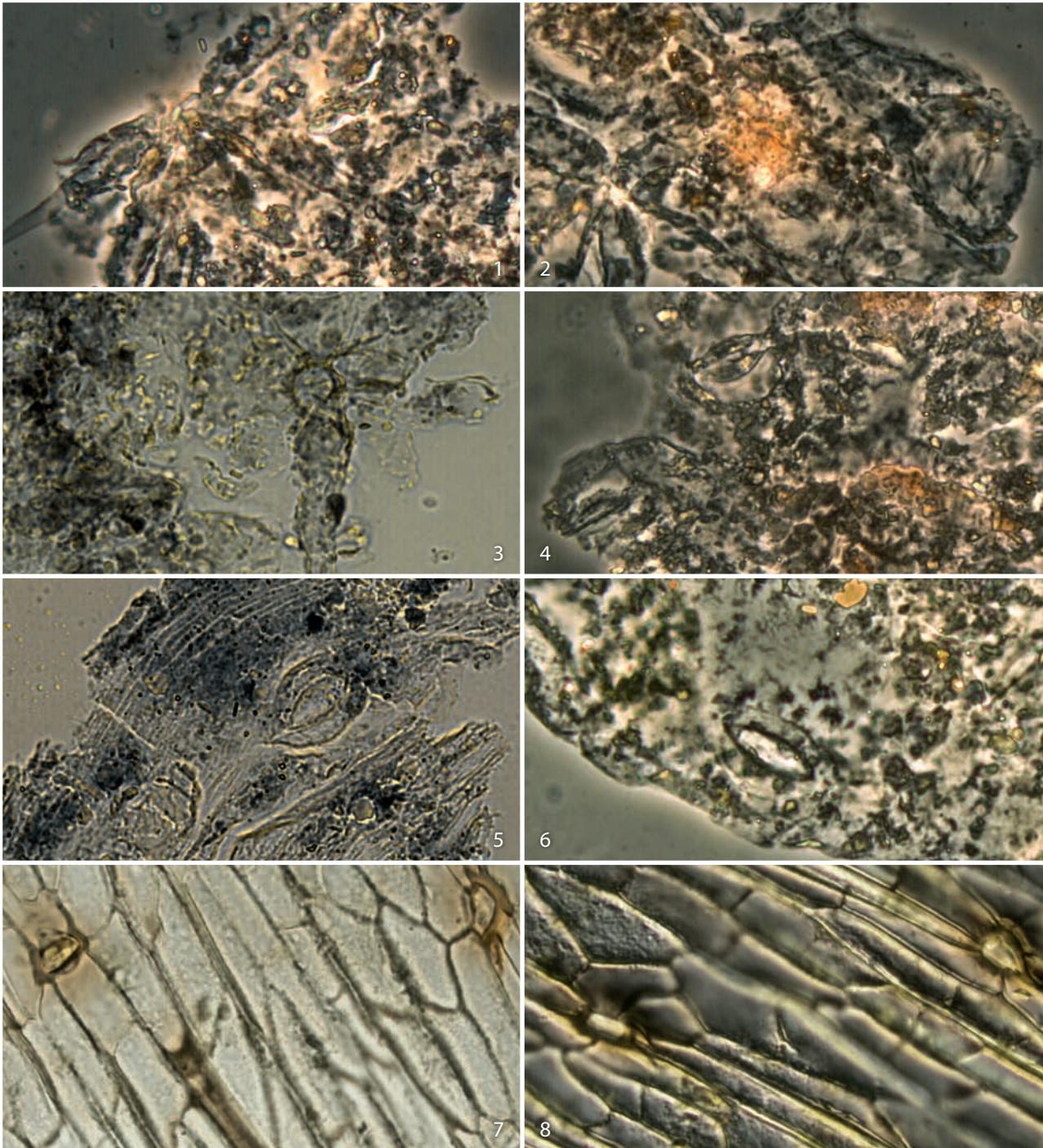
**Tafel 8:** 1. *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, gestieltes Blatt, MMG, O-O 536, Vergr. 2×; 2. *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer emend. Kunzmann et al, unreife männliche Blütenzäpfchen mit Kurztrieb, MMG, O-O 317, Vergr. 2×; 3. *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bůžek & Kotlaba, MMG, O-O 380 b, Vergr. 2×; 4. *Ulmus pyramidalis* Goeppert emend Iljinskaja, typische Blattform, KAM O-O 12a, Vergr. 1,7×.



**Tafel 9:** 1. *Populus* cf. *populina* (Brongniart) Knobloch, leicht deformiertes Blatt, KAM, O-O 49, Vergr. 1,5×; 2. „*Parrotia*“ *pristina* (Ettingshausen) Stur, schwach kohligler Schluff, KAM, O-O 168, Vergr. 2×; 3. *Quercus pseudocastanea* Goepfert emend. Walther & Zastawniak, schmales Blatt, MMG, O-O 347, Vergr. 1,9×; 4. *Fagus* sp. aff. *F. silesiaca* Walther & Zastawniak, MMG, O-O 380b, Vergr. 2×.



**Tafel 10:** 1. *Fagus* sp. (cf. *F. silesiaca* Walther & Zastawniak, *F. kraeuselii* Kvaček & Walther) MMG, O-O 605a, b, Vergr. 2×; 2. *Ulmus pyramidalis* Goepfert emend. Iljinskaja, Basalteil eines oval-lanzettlichen Blattes mit ausgeprägt asymmetrischer Spreitenbasis, MMG O-O 591: 1a, Vergr. 2×.



**Tafel 11:** Mikromorphologie (Kutikularanalyse). 1–3. *Quercus pseudocastanea* Mikromorphologie von MMG O-O 240. 1. Abaxiale Kutikula mit Rest von Sternhaarbase und cyclozytischer Spaltöffnung, Epidermiszellen schwer erkennbar, Präp. 6/93, Vergr. 400 ×; 2. Abaxiale Kutikula, Reste von Sternhaarbase links, cyclozytischer Spaltöffnungsapparat, rechts, Präp. 8/93, Vergr. 240 ×; 3. Abaxiale Kutikula, Reste von Sternhaarbasen, bzw. Arme der Sternhaare. 4–8. *Salix cf. integra* Goepfert, Mikromorphologie von MMG O-O 178a; 4. Abaxiale Kutikula, parazytische Stomata, Präp. 13/93, Vergr. 110 ×; 5. Abaxiale Kutikula, parazytischer Spaltöffnungsapparat, Präp. 26/93, Vergr. 400 ×; 6. Abaxiale Kutikula mit parazytischen Stomata, Präp. 50/93, Vergr. 400 ×; 7. Nerville mit einzelligen Trichombasen, Präp. 52/93, Vergr. 400 ×; 8. Nerville mit einzelligen Trichombasen, Präp. 52/63, Vergr. 400 × (Phasenkontrast).

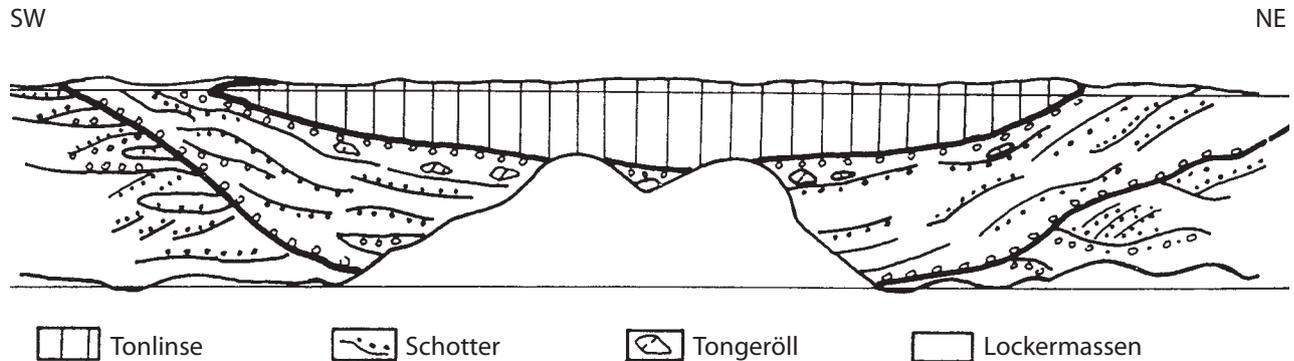


Abb. 1: Profil durch die fossilführende Tonlinse aus dem Kiestagebau Ottendorf-Okrilla nach KUBE 1979.

## Flussbegleitender Auenwald

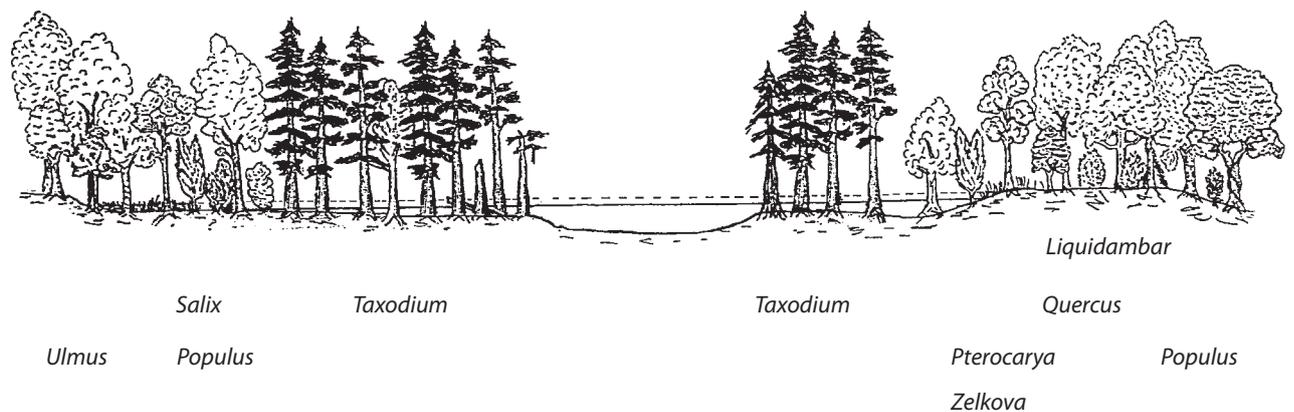


Abb. 2: Rekonstruktion des flussbegleitenden Auenwaldes von Ottendorf-Okrilla. Es wird nur eine Flussrinne mit der möglichen sie umgebenden Waldvegetation gezeigt.

## 5. Literatur

- Ahrens, H., Bülow, W.v., Cepek, A.G., Erd, K., Jähnichen, H., Krutzsch, W., Lotsch, D., Mai, D.H., Steinmüller, A. (1968): Zur Plio-/Pleistozängrenze in der Deutschen Demokratischen Republik. – XXIII. Intern. Geol. Congr. **10**: 65–77; Prague
- Andreánszky, G. (1959): Die Flora der sarmatischen Stufe in Ungarn. 360 S. Akadémiai Kiadó; Budapest.
- Bader, F.J.W. (1960): Die Verbreitung borealer und subantarktischer Holzgewächse in den Gebirgen des Tropengürtels. – Nova Acta Leop., N.F. **23**: 1–444; Leipzig.
- Bellon, H., Bůček, C., Gaudant, J., Kvaček, J. & Walther, H. (1998): The České středohoří magmatic complex in North Bohemia – <sup>40</sup>K–<sup>40</sup>Ar ages for volcanism and biostratigraphy of the Cenozoic freshwater formations. – Newsl. Strat., **36** (2/3): 77–103; Berlin – Stuttgart.
- Belz, G. & Mosbrugger, V. [unter Mitarbeit von T. Utescher] (1994): Systematisch-paläoökologische und paläoklimatische Analysen von Blattfloren im Mio-/Pliozän der Niederrheinischen Bucht (NW-Deutschland). – Palaeontographica Abt. B, **223**: 19–156; Stuttgart.

- Berger, W. (1955b): Jungtertiäre Pflanzenreste aus dem unteren Lavantal in Ostkärnten. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **100** (3): 402–430; Stuttgart.
- Boulter, M.C., Hubbard, R.N.L.B. & Kvaček, Z. (1993): A comparison of intuitive and objektive interpretations of Miocene plant assemblages from North Bohemia. – Paleogr. Palaeoclimat. Palaeoecol., **101**: 81–96; Utrecht.
- Braun, A. (1836): In Buckland Geology and Mineralogy considered with reference to natural Theology, **1**: 510–514; London.
- Brongniart, A. (1822b): Sur la classification et la distribution des végétaux fossiles en général, et sur ceux des terrains de sédiement supérieur en particulier. – Mém. Mus. hist. nat., **8**: 203–240; Paris.
- Brown, R.W. (1939): Miocene leaves, fruits, and seeds of *Cercidiphyllum*. – J. Paleont., **13**: 485–499; Washington.
- Bůžek, C. (1971): Tertiary Flora from the Northern from the Northern Part of the Petipsy Area (North-Bohemian Basin). – Rozp. Ust. ustav. Geol., **36**: 1–118; Praha.
- Bůžek, C. & Holy, F. (1964): Small-sized plant remains from the coal Formation of the Chomutov-Most-Teplice Basin. – Sb. Geol. ved. paleont., **4**: 105–138; Praha.
- Bůžek, C. & Kotlova, F. in Kotlaba, F. (1963): Tertiary plants from three new localities in southern Slovakia. – Acta Mus. Nat., B. **2**: 53–72; Praha.
- Chandler, M.E.J. (1957): The oligocene flora of the Bovey Tracey lake basin, Devonshire. – Bull. Brit. Mus. Nat. Hist., Geol., **4** (6): 193–238; London.
- Christensen, E.F. (1976): The Søby Flora: Fossil plants from the Middle Miocene delta deposits of the Søby-Fasterhold area, Central Jutland, Denmark, T. 2 – Danm. Geol. Unders. II. R, **108**: 1–45; København.
- Depape, G. (1922): Recherches sur la Flore Pliocène de la Vallée du Rhône. Flores de Saint-Marcel (Ardèche) et des environs de Théziers (Gard). – Ann. Sci. nat., Bot. 1.0. sér. **4** : 73–265; Paris.
- Depape, G. (1951): Quelques arbres exotiques cultivés a Lille répartition actuelle et histoire paléontologique II. – Les *Liquidambar*. – Bull. Soc. Bot. Nord. France, **4** (4): 87–95; Lille.
- Dilcher, D.L. (1974): Approches to the Identification of Angiosperm leaves. – Bot. Rev., **40** (1): 2–145; New York.
- Dorofeev, P.I. (1963a): Treticnye flory Zapadnoj Sibiri. – Izd. Akad. Nauk SSR: 1–345; Moskva – Leningrad.
- Dorofeev, P.I. (1976a): K sistematike treticnyh *Taxodium*. – Bot. Z., **61** (11): 1362–1373; Leningrad.
- Dybor, S. (1992): Geological Setting – In: Zastawniak, E. (1992): The younger Tertiary deposits in the Gozdnicza region (SW Poland) in the light of recent Palaeobotanical research. – Polish Bot. Stud., **3**: 3–129; Krakow.
- Engelhardt, H. (1895): Die Tertiärflora des Jesuitengrabens bei Kunderatitz in Nordböhmen. – Nova Acta Leopold., **48** (3): 299–408; Halle/S.
- Engelhardt, H. & Kinkel, F. (1908): Die oberpliozäne Flora des Untermaintales. – Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges. **29** (3): 151–281; Frankfurt/M.
- Engler, A.H.G. (1882): Versuch der Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt seit der Tertiärperiode, **II**. – 333 S.; (Engelmann), Leipzig.
- Ettingshausen, C.v. (1851): Die Tertiär-Flora der Österreichischen Monarchie. I. Die tertiäre Flora der Umgebung von Wien. – Abh. K. K. geol. Reichsanst., **2**: 1–36; Wien.
- Ferguson, D.K. (1971): The Miocene flora of Kreuzau, Western Germany. I. The leaf remains. – Verh. kon. Nederl. Akad. Wet., Afd. Natuurk., Tweede Reeks, **60**: 1–297; Amsterdam.
- Fischer, O. & Hably, L. (1991): Pliocene flora from the alginite at Gêrce. – Annals. hist.-nat. Mus. nat. hung. **83**: 25–47; Budapest.
- Florin, R. (1931): Untersuchungen zur Stammesgeschichte der Coniferales und Cordaitales. – Kungl. Svenska Vet. Hand., Ser. 3, **10** (1): 1–588; Stockholm.
- Fritsch, K.v. (1885): Das Pliozän im Thalgebiete der zahmen Gera in Thüringen. – Jb. Preuß. geol. Landesanst., **1884**: 389–437; Berlin.
- Gastaldo, R.A., Ferguson, D., Walther, H., Rabold, J. (1996): Criteria to distinguish parautochthonous leaves in Cenophytic alluvial channel-fills. – Rev. Palaeobot. Palynol. **90**: 1–21; Amsterdam.
- Gastaldo, R.A., Riegel, W., Püttmann, W., Linnemann, U.G., Zetter, R. (1998): A multidisciplinary approach to reconstruct the Late Oligocene vegetation in central Europa. – Rev. Palaeobot. Palynol. **101**: 71–94; Amsterdam.
- Gaudin, C.T. & Strozzi, C. (1858): Mémoire sur quelques gisements des feuilles de la Toscana. – N. Denkschr. Allgem. Schweiz. Ges. Naturwiss., **16**: 5–47; Zürich.
- Geissert, F. (1972): Neue Untersuchungen im Pliozän der Hagenuer Umgebung (nördliches Elsass). – Mainzer naturwiss. Arch. **11**: 191–221; Mainz.
- Genieser, K. (1955): Ehemalige Elbeläufe in der Lausitz. – Geologie **4** : 232–279; Berlin.
- Genieser, K. (1957b): Ehemalige Elbeläufe im Raum zwischen Dresden, Görlitz und Berlin. – Hall. Jb. Mitteldt. Erdgesch. **2**: 262–266; Halle.
- Genieser, K. (1962): Neue Daten zur Flußgeschichte der Elbe. – Eiszeitalter u. Gegenwart, **13**: 141–156; Öhringen.
- Genieser, K. & Diener, R. J. (1958): Versuch einer Altersdeutung der vor- und früheiszeitlichen Elbeläufe auf Grund neuer Forschungsergebnisse. – Wiss. Z. Univ. Berlin, Math.-naturwiss. R., **6**: 477–487; Berlin 1956/57.
- Givulescu, R. (1963): Paläobotanische Seltenheiten im Pliozän Rumäniens. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **2**: 327–350; Stuttgart.
- Givulescu, R. (1979): Paläobotanische Untersuchungen im Pflanzenfundort Chiuzbaia (Kreis Maramures – Rumänien). – Mem. Inst. Géol. Geoph., **28**: 65–150; Bucarest.
- Givulescu, R. (1990): Flora Fosila a Miocenulu Superior de la Chiuzbaia. S. 7–235; (Ed. Academiei Române), Bucaresti.

- Givulescu, R. & Ghiurca, V. (1969): Flora pliocenica de la Chiuzbaia (Maramures). – Inst. Geol. Memorii, **10**: 1–81; Bucaresti.
- Givulescu, R. & Olos, E. (1973): Paläobotanische Studien im Tertiär Siebenbürgens. – Inst. Geol. Memorii, **19**: 1–57; Bucaresti.
- Goepfert, H.R. (1855): Die tertiäre Flora von Schoßnitz in Schlesien. – Heynsche Buchh. (E. Remer), Görlitz-Königsberg.
- Gregor, H.-J. (1982a): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. – 1–278, Enke; Stuttgart.
- Hably, L. & Kvaček, Z. (1997): Early pliocene plant megafossils from the volcanic area in West Hungary: In Hably, L. (1997): Early Pliocene volcanic environment, flora, fauna from Transubia, West Hungary. – *Studia Naturalia*, **10**: 5–151; Budapest.
- Hantke, R. (1954): Die fossile Flora der obermiozänen Oehninger Fundstelle Schrotzburg (Schienberg, Südbaden). – Schweiz. Naturforsch. Ges., **80** (2): 1–118; Zürich.
- Hantke, R. (1965): Die fossilen Eichen und Ahorne aus der Molasse der Schweiz und von Oehningen (Süd-Baden). – Neujahrsbl. Naturforsch. Ges., **167**: 1–140; Zürich.
- Hantke, R. (1966): Die fossilen Liquidambar-Reste (Amberbaum) aus der Molasse der Schweiz und von Oehningen (Südbaden). – Ber. schweiz. Paläontol. Ges. (Ecl. Geol. Helv.), **59** (2): 1–118, Zürich.
- Hazard, J. (1888): Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen, Section Moritzburg – Klotzsche, Blatt 50. – 66 S., Leipzig.
- Hazard, J. (1892): Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen, Section Dahlen, Blatt 14. – Leipzig.
- Heer, O. (1855–1859): Flora tertiaria Helvetiae (Die tertiäre Flora der Schweiz). – Bd. **1**: 116; Bd. **2** – 1856, 110 S., Bd. **3**, 378 S., Wurster & Co; Winterthur.
- Heer, O. (1869): Miozäne baltische Flora. – Beitr. Naturkd. Preußens, **2**: 1–104; Königsberg.
- Herrmann, O. (1890): Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen, Section Radeburg, Blatt 34. – 51 S.; Leipzig.
- Hickey, L.J. (1973): Classification of the architecture Dicotyledonous Leaves. – Amer. J. Bot., **60**: 17–33; Baltimore.
- Hummel, A. (1970): Genus *Cercidiphyllum* at Turow. – Kwart. geol. **14**: 809; Warszawa.
- Hummel, A. (1971): The genus *Cercidiphyllum* in the Tertiary Flora of Poland and of neighbouring regions. *Rocz. Dendrol.* **25**: 63–75; Warszawa.
- Hummel, A. (1983): The Pliocene leaf flora from Ruszów near Zary in Lower Silesia, SW Poland. – *Prace. Muz. Ziemi*, **36**: 9–104; Warszawa.
- Ilijinskaja, I.A. (1953): Monografija roda *Pterocarya* Kunth. – Tr. Bot. Inst. Akad. Nauk. SSSR, **10**: 7–123; Moskva – Leningrad.
- Ilijinskaja, I.A. (1959): Verchnemiocenovaja flora gory Povitrule v Zakarpatii. – Bot. Z., **44** (5): 604–616; Moskva – Leningrad.
- Ilijinskaja, I.A. (1962): Tortonskaja flora Svosovice i plioenovyie flory Zakarpazkoj oblasti Ukr. SSR. – *Palaeontol. Z.*, **3**: 102–110; Moskva – Leningrad.
- Ilijinskaja, I.A. (1964): Tortonskaja flora Svosovice. – *Paleobotanika*, **4**: 141–187; Leningrad.
- Ilijinskaja, I.A. (1974): *Cercidiphyllales* In: Takhtajan A.L. et al. (1974): *Iskopaemye svetkovye rastenija SSR, I. Magnoliaceae – Eucommiaceae*. 188 S. Izd. Nauka; Leningrad.
- Jähnichen, H. (1968): Pflanzenführende Tone aus dem Obermiozän von Ottendorf-Okrilla. – *Monatsber. Dt. Akad. Wiss. Berlin*, **10**: 919–920; Berlin.
- Jähnichen, H., Mai, D.H. & Walther, H. (1979): Blätter und Früchte von *Cercidiphyllum* Sieb. & Zucc. im mitteleuropäischen Tertiär. – *Schriftenr. Geol. Wiss.*, **16**: 357–399; Berlin.
- Jung, W. (1963): Blatt- und Fruchtreste aus der oberen Süßwassermolasse von Massenhausen, Kreis Freising (Oberbayern). – *Palaeontographica Abt. B.*, **112**: 119–166; Stuttgart.
- Kilpper, K. (1969): Verzeichnis der im mittleren und unteren Rheinland gefundenen Großreste von Tertiärpflanzen (von 1821–1968). – *Ruhrland- und Heimatmus.* 148 S.; Essen.
- Knobloch, E. (1969): Tertiäre Floren von Mähren. – Brno.
- Knobloch, E. (1980): Die jungtertiäre Flora des slowakischen Teils des Orava-Beckens. – *Zapadne Karpaty, sér. paleontologia*, **5**: 95–126; Bratislava.
- Knobloch, E. (1998): Der oligozäne Laubwald von Willershäusen am Harz. – *documenta naturae*, **120**: 1–302; München.
- Knobloch, E. & Kvaček, Z. (1976): Miozäne Blätterfloren vom Westrand der Böhmisches Masse. – *Rozpr. Ústr. úst. Geol.*, **47**: 1–131; Praha.
- Knobloch, E. & Mai, D. H. (1986): Monographie der Früchte und Samen der Kreide von Mitteleuropa. – *Rozpr. Ustr. Ustav. Geol.*, **47**: 11–199; Praha.
- Kolakovskij, A.A. (1964): Pliocenovaja flora Kodora. – 209 S. (Izd. Akad. Nauk. Gruz. SSR.); Suchumi.
- Kotlaba, F. (1963): Tertiary plants from three new localities in southern Slovakia. – *Acta Mus. Nat.*, **19 B** (2): 53–72; Praha.
- Eder-Kovar, J. (1988): Obermiozäne (Pannone) Floren aus der Molassezone Österreichs. – *Beitr. Paläontol. Österreich*, **14**: 19–127; Wien.
- Eder-Kovar, J., Meller, B. & Zetter, R. (1998): *Cercidiphyllum crenatum* (Unger) R.W. Brown in der kohleführenden Abfolge von Oberdorf N Voitsberg, Steiermark. – *Mitt. Ref. Geol. und Paläont. Landesmuseum Joanneum. Sh.*, **2**: 239–264; Graz.
- Kovats, G. v. (1851): *Zelkova ungeri* Kov. sp. nov. – Sitzungen k. k. geol. Reichsanst. 6. Sitz. am 13. Mai. – *Jb. Geol. Reichsanst.* **2**: 178; Wien.

- Kräusel, R. & Weyland, H. (1954): Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter. II. – *Palaeontographica*, B **96**: 106 – 163; Stuttgart.
- Kramer, K. (1974): Fossile Pflanzen aus der Braunkohlenzeit: Die obermiozäne Flora des unteren Fischbachtone im Tagebau Frechen bei Köln. – *Mitt. Dt. Dendrol. Ges.*, **67**: 199 – 233; Hannover.
- Krüßmann, G. (1976): Handbuch der Laubgehölze. – 2. neu bearb. u. erw. Aufl. Bd. 1, 486 S.; Berlin, Hamburg.
- Kryštofovich, A.N. & Baikovskaja, T.N. (1965): *Sarmatskaja flori Krynki* – 134 S. – (Izd. bot. Inst. im. V. L. Komarova); Moskva – Leningrad.
- Kube, W. (1979): Ein neuer Fund pflanzenführender Tone aus den Terrassenschottern bei Ottendorf-Okrilla. – *Veröff. Museums Westlausitz*, **3**: 9 – 22; Kamenz.
- Kunzmann, L., Kvaček, Z., Mai, D.-H., Walther, H. (2009): The genus *Taxodium* (Cupressaceae) in the Paleogene and Neogene of Central Europe. – *Review of Palaeobotany and Palynology* **153** (2009): 153 – 183; Utrecht.
- Kvaček, Z. & Walther, H. (1989 b): Paleobotanical studies in Fagaceae of the European Tertiary. – *Plant Syst. Evol.*, **162**: 213 – 229; Berlin, Göttingen usw.
- Kvaček, Z. & Walther, H. (1991): Revision der mitteleuropäischen tertiären Fagaceen nach blattepidermalen Charakteristiken. Teil 4. *Fagus* Linné. – *Feddes Repert.*, **102**: 471 – 534; Berlin.
- Kvaček, Z. & Walther, H. (1995): The Oligocene Volcanic Flora of Sulevice-Berand near Usti nad Labem, North Bohemia – a review. – *Acta Musei Nationalis Praguae*, Ser. B. Hist. Naturalis, **1994**: 25 – 54; Praha.
- Kvaček, Z. & Walther, H. (1998): The Oligocene Volcanic Flora of Kundratice near Litomerice, České Středoohoří Volcanic Complex (Czech Republic) – a review. – *Acta Musei Nationalis Pragae*, Ser. B. Hist. Naturalis, **54** (1–2): 1–42; Praha.
- Kvaček, Z., Hably, L. & Szakmány, Gy. 1994: Additions to the Pliocene flora of Gércé (Western Hungary). – *Fölstani Közlöny*, **124** (1): 69–87; Budapest.
- Kvaček, Z. & Konzalova, M. (1996): Emended characteristics of *Cercidiphyllum crenatum* (Unger) R.W. Brown based on reproductive structures and pollen in situ. – *Palaeontographica* Abt. B, **239**: 147 – 155; Stuttgart.
- Łańcucka-Środoniowa, M. (1979): Macroscopic plant remains from the freshwater Miocene of the Nowy Sacz Basin (West Carpathians, Poland). – *Acta Palaeobot.*, **20**(1): 3–117; Krakow.
- Łańcucka-Środoniowa, M., Walther, H. & Zastawniak, E. (1981): A preliminary report on a new study of the Neogene flora from Sosnica near Wrocław in Lower Silesia, West-Poland (Leaf and fruit-seed floras). – *Acta palaeobot.* **21**(2): 101 – 114, Krakow.
- Lange, J.-M. (1990): Tektite der Niederlausitz. – *Natur u. Land-sch. Bez. Cottbus*, **12**: 77–94; Cottbus.
- Lange, J.-M. (1994): Moldavite. In: Wolf, L. & Alexowsky, W.: *Fluviatile und glaziäre Ablagerungen am äußersten Rand der Elster- und Saale-Vereisung; die spättertiäre und quartäre Geschichte des sächsischen Elbgebietes (Exkursion A.2).* – *Altenbg. nat. wiss. Forsch.*, **7**: 211, 213–216; Altenburg.
- Laurent, L. & Marty, P. (1923): *Flore foliaire pliocène des argiles de Reuver et des gisements synchroniques voisins (Limbourg Hollandais).* – *Meded. Rijks geol. Dienst, Ser. B*, **1**, IV: 1 – 80; Leiden.
- Mädler, K. (1939): Die pliozäne Flora von Frankfurt am Main. – *Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges.*, **446**: 1–202; Frankfurt (Main).
- Mai, D.H. (1963): Beiträge zur Kenntnis der Tertiärflora von Seiffhennersdorf (Sachsen). – *Jb. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden*, (1963): 39 – 114; Dresden.
- Mai, D.H. (1995): Die tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. – 1–691, (Fischer); Jena – Stuttgart – New York.
- Mai, D.H. & Walther, H. (1978): Die Floren der Haselbacher Serie im Weißelster-Becken (Bezirk Leipzig, DDR). – *Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden*, **28** : 1–101; Leipzig.
- 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.
- Makarova, A.R.H. (1969): K istorii *Liquidambar* L. – *Bot. Z.*, **42**: 1182–1195; Moskva – Leningrad.
- Menzel, P. (1906): Über die Flora der Senftenberger Braunkohlen-Ablagerungen. – *Abh. preuß. geol. Landesanst., N. F.*, **34**: 1–98; Berlin.
- Meusel, H. & Schubert, R. (1971): Beiträge zur Pflanzengeographie des Westhimalaja 1.–3. Teil. – *Flora B*, **106**: 137–194; S. 373–432; S. 573–606; Jena.
- Meusel, H., Jäger, E. & Weinert, E. (1965): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. – 583 S., 259 S. Kt.-Bd., (Fischer); Jena.
- Meyer, F. (1919): Salicaceen, Aceraceen, und die übrigen nachgewiesenen Pflanzenreste. – In: Kräusel, R. [Hrsg.]: *Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs.* – *Jb. Preuß. geol. Landesanst. [für 1917]* **38**: 145 – 190; Berlin.
- Mosbrugger, V. & Utecher, T. (1997): The coexistence approach – a method für quantitative reconstruction of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **124**: 61 – 86.
- Nathorst, A.G. (1883b): Japans fossile Flora in: *Vega Expeditiones Vetenskap liga Arbeiten*, **II**: 122 – 225; Stockholm.
- Nikitin, P.A. (1965): *Akvitanskaja semennaja flora Lagernovo Sada*. Izd. Tomsk. Univ. 119 S.; Tomsk.
- Ohwi, J. (1965): *Flora of Japan.* – *Smithsonian Inst.* – 1067 S.; Washington D.C.

- Page, C.N. (1990): Ginkgoatae. – In: Kubitzki, K. (ed.): The Families and Genera of Vascular Plants, Vol. I, Pteridophytes and Gymnosperms, by Kramer, K.U. & Green, P. S. (eds.): 284–289; Berlin, Heidelberg (Springer).
- Pingen, M: (1994): *Athrotaxis couttsiae* (Heer) Gardner – ein reiches Vorkommen in obermiozänen Kohlen des Tagebaues Hambach b. Düren (Rheinland). – doc. naturae, **84**: 24–30; München.
- Pop, F (1936): Die Pliozäne Flora von Borsec. – Univ. Reg. Ferdinand I Cluj. Fac. Stiinte: 1–189; Cluj.
- Präger, F (1975): Neue Beobachtungen zur stratigraphischen Einstufung der präglazialen Elbeschotter von Ottendorf-Okrilla. – Z. geol. Wiss., **3**: 1111–1123; Berlin.
- Priemer, F (1893): Die anatomischen Verhältnisse der Laubblätter der Ulmaceen (einschl. Celtideen) und die Beziehungen zur Systematik. – In: Englers Bot. Jb., **17**: 419–475.
- Reimann, H. (1919): Betulaceen und Ulmaceen. – In: Kraeusel, R. [Hrsg.]: Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs. – Jb. preuß. geol. Landesanst. [für 1917], **38**: 4–96; Berlin.
- Saporta, G. de (1863): Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire. Gargas, Sault, Gignac près Apt/Vaucluse; Castellane. – Ann. Sci. Nat., Bot. Ser. 4., **19**: 5–124; Paris.
- Saporta, G. de (1872): Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque Tertiaire. Supplement, Aix, Révision. – Ann. Sci. Nat., Bot., Sér. 5, **15**: 277–351; Paris.
- Saporta, G. de (1888): Origine paléontologique des arbres cultivés ou utilisés par l'homme. – 360 S.; Paris.
- Schlechtendal, D.v. (1896): Beiträge zur Kenntnis der Braunkohlenflora von Zschipkau bei Senftenberg. – Z. Naturwiss., **69**: 193–216; Leipzig.
- Schwarz, O. (1935): Über die Typologie des Eichenblattes und ihre Anwendung in der Paläobotanik. – Feldes Repert., Beih., **86**: 60–70; Dahlem bei Berlin.
- Standfest, F. (1891): Les ormes à l'état fossile. – Bull. Soc. Belge Géol., Paleont. et Hydrol., **5**: 109–122; Brüssel.
- Steffanoff, B. & Jordanoff, D. (1935): Studies upon the pliocene Flora of the Plain of Sofia (Bulgaria). – Abh. Bulg. Akad. Wiss. (Sb.), **21**: 1–150; Sofia.
- Stojanoff, N. & Steffanoff, B. (1929): Beitrag zur Kenntnis der Pliozänflora der Ebene von Sofia (Fossile Pflanzenreste aus den Ablagerungen von Kurilo). – Spis. bulg. geol. druchestvo, **1**, 3: 3–110; Sofia.
- Straus, A. (1930): Dikotyle Pflanzen aus dem Oberpliozän von Willershausen (Kreis Osterode, Harz). – Jahrb. Preuß. geol. Landesanst., **51**: 302–336; Berlin.
- Striegler, U. (1985): Die fossile Flora des Blättertons vom Wischgrund, Teil 1. – Natur und Landschaft Bez. Cottbus, **7**: 3–35; Cottbus.
- Sveshnikova, I.N. & Budancev, L.J. (1960): Tretcnaja flora k Kalinigradskogo poluoostrova I. – Bot. Z. **45** (1960) 6: (71–875; Moskva – Leningrad.
- Takhtajan, A. L.: [Hrsg.] (1982): Magnoliophyta Fossilis URSS, Vol. 2. Ulmaceae – Betulaceae. 1–216 S. (Izd. Nauka); Leningrad
- Tanai, T. (1970): The Oligocene floras from the Kushiro coal field, Hollaido, Japan. – J. Fac. Sci, Hokkaido Univ. ser. 4, **14**, 4: 383–514; Sapporo.
- Tralau, H. (1963a): Asiatic dicotyledonous affinities in the Cainozoic flora of Europe. – Kungl. Sven. Vet. Akad. Handl., ser. 4, 9, 3: 1–87; Stockholm.
- Tralau, H. (1967): The phytogeographic evolution of the genus Ginkgo. – Bot. Not., **120**: 409–422; Stockholm.
- Tralau, H. (1969): Evolutionary trends in the genus *Ginkgo*. – Lethaia, **1**: 63–101; Oslo.
- Uemura, K. (1997): Cenozoic History of *Ginkgo* in East Asia. In: Hori, T. et al. [Eds.]: *Ginkgo biloba* – A Global Treasure From Biology to Medicine, 447 S. (Springer); Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- Unger, F. (1841–1847): Chloris protogaea. Beiträge zur Flora der Vorwelt, **1** (1841, Vorwort, **I–IV**, Skizzen: 1–16, Taf. I–V), **2–3** (1842), **V–XXII**, Skizzen: 17–44, Taf. VI–XV), **4–5** (1843; 45–92, Taf. XVI–XXV), **6–7** (1845a, XXV–CX, Enumeration syst., Taf. XXVI–XXXV), 8–10 (1847a: 93–149), Inhalt, Taf. XXXVI–L). – (W. Engelmann); Leipzig.
- Wagenitz, G. (1996): Wörterbuch der Botanik, S. 9–531 (Gustav Fischer); Jena.
- Walther, H. (1964): Paläobotanische Untersuchungen im Tertiär von Seiffenhensdorf. – Jb. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden, (1964): 1–131; Dresden.
- Walther, H. (1980): Die Gattung *Hedera* L. im Tertiär von Salzhäusen. – Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden, **19**: 211–234; Dresden.
- Walther, H. (1994b): Invasion of arcto-tertiary elements in the Paleocene of Central Europa. – NATO ASI Serie I, **27**: 239–250; Berlin, Heidelberg.
- Walther, H. (1994c): Entwicklung der Fagaceae (Buchengewächse) im Tertiär Mitteleuropas. – Ber. naturforsch. Ges. Oberlausitz, **3**: 27–42; Görlitz.
- Walther, H. (1994d): Die neogene Flora von Ottendorf-Okrilla. In: Wolf, L. & Alexowsky, W.: Fluviale und glaziäre Ablagerungen am äußersten Rand der Elster- und Saale-Ver eisung; die spättertiäre und quartäre Geschichte des sächsischen Elbgebietes (Exkursion A2). – Altenbg. Nat. wiss. Forsch., **7**: 210–212; Altenburg.
- Walther, H. (1999): Die Tertiärflora von Kleinsaubernitz bei Bautzen. – Palaeontographica Abt. B, **249**: 63–174; Stuttgart.
- Walther, H. & Zastawniak, E. (1991): The Fagaceae from Sosnica and Malcyce (near Wroclaw, Poland) – revision of the original material of Goeppert 1852 and 1855. – Acta Palaeobot., **31** (1, 2): 153–199; Krakow.
- Wang, C.W. (1961): The forests of China with a survey of grassland and desert vegetation. – Maria Moors Cabot Found., **5**: 1–313; Cambridge, Massachusetts.

- Weyand, H. (1934): Beiträge zur Kenntnis der rheinischen Tertiärflora. – Abh. preuß. geol. Landesanst., N.F. **161**: 1–122; Berlin.
- Wilde, V. (1989): Untersuchungen zur Systematik der Blattreste aus dem Miozän der Grube Messel bei Darmstadt (Hessen, Bundesrepublik Deutschland. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **115**: 7–154; Frankfurt a. M.
- Wolf, L., Alexowsky, W. (1994): Fluviale und glaziale Ablagerungen am äußersten Rand der Elster- und Saale-Vereisung; die spätere und quartäre Geschichte des sächsischen Elbgebietes (Exkursion A2) – Altenbg. Nat. wiss. Forsch., **7**: 190–235 (DEUQUA-Tagung Leipzig 1994); Altenburg.
- Wu Zheng-yi & Raven, P. [Eds.]. (1999): Flora of China, **4**, S. 1–453, Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- Zastawniak, E. (1972): Pliocena flora lisciowa z Domanskiego Wierchu kolo Czarnego Dunala (Karpaty Zachodnie). – Acta Palaeobot., **13**: 1–73 ; Krakow.
- Zastawniak, E. & Walther, H. (1998): Betulaceae from Sosnica near Wrocław (Poland) – A revision of Goepfert's Original Materials and a study of more recent collections. – Acta Palaeobot., **38**(1): 87–145; Krakow.