Die neogene Flora von Wollbach zwischen Rhön und Thüringer Wald

KLAUS-PETER KELBER, WÜRZBURG

Stichworte

Fossile Makroflora, Tertiär, Ostheim-Formation, Wollbach-Formation.

Keywords

Fossil macro-flora, Tertiary, Ostheim-Formation, Wollbach-Formation.

Inhalt

Zusammenfassung

- Summary
- 1. Einleitung
- 2. Geologie
- 3. Fundgeschichte der Wollbacher Pflanzenfossilien
- 4. Geologie der Sandgrube Wollbach
- 5. Fossilbergung
- 6. Material
- 7. Systematische Paläobotanik ausgewählter Florenelemente
- 8. Paläoökologische Beobachtungen
- 9. Hinweise zu Standort, Taphonomie und Klima
- 10. Versuch einer phytostratigraphischen Einordnung
- 11. Anmerkungen zur Stratigraphie

Dank

Literatur

Zusammenfassung

Diese Arbeit versucht eine kurze Übersicht über Pflanzenfossilien zu geben, die aus der Sandgrube Wollbach bei Bad Neustadt a.d. Saale, Nordbayern, geborgen werden konnten. Zum ersten Mal wird von dort eine Auswahl fossiler Blätter, Früchte und Samen fotografisch wiedergegeben und paläobotanisch besprochen. Mehr als 1800 Pflanzenabdrücke konnten aus einer nur 1,2 m mächtigen und ca. 15 m breiten Tonlinse geborgen werden. Die Wollbacher Makroflora beinhaltet Gewächse eines flussbegleitenden Auewaldes, darunter Fossilreste der Gattungen Ulmus, Zelkova, Quercus, Pterocarya, Populus, Alnus, Acer, Buxus, usw. Besonders durch Eichenblätter aus dem Formenkreis Quercus pseudocastanea und Q. kubinyii sowie durch die Anwesenheit der Florenelemente Alnus ducalis und Acer pseudomiyabei ist das Wollbacher Florenbild gut mit obermiozänen Floren aus der Umgebung der Paratethys vergleichbar.

Summary

The present paper intents to give an overview of plant fossils from the sand pit Wollbach, near Bad Neustadt an der Saale, northern Bavaria. For the first time, a selected array of dicotyle leaves as well as fruits and seeds were photographically documented and described here. More than 1800 insubstantial impression fossils are yielded from an

intercalated lens of clay of approx. 1.2 m thickness and 15 m width.

The Wollbach fossil assemblage is dominated by plant remains of a bottomland riparian forest type vegetation, made up of the genera *Ulmus, Zelkova, Quercus, Pterocarya, Populus, Alnus, Acer, Buxus* etc. Especially because of the prevalence of *Quercus pseudocastanea* and *Q. kubinyii* leaves as well as the presence of the taxa *Alnus ducalis* and *Acer pseudomiyabei*, the Wollbach macroflora composition shows a striking resemblance to those upper Miocene floras described from Paratethys surrounding areas.

1. Einleitung

Mit dem Ende der Jurazeit kamen die ausgedehnt flächigen Sedimentationsprozesse des Mesozoikums auf der süddeutschen Scholle zum Stillstand. Terrestrische Erosion, beginnend mit großflächiger Denudation, dominierte anschließend für nahezu 145 Millionen Jahre auch das westliche Grabfeld zwischen Thüringer Wald und Rhön (Abb. 1a). In dieser langen Zeit steuerten geotektonische Prozesse, Klimawechsel, aber auch vulkanische Ereignisse die Ausformung der Oberflächenformen. Erst ab dem Jungtertiär begann die intensivere Ausprägung der heutigen Oberflächenmorphologie (BOLDT 2001; EBERLE et al. 2010). Aus dieser großen Zeitspanne, die durch Abtragung und Sedimentschwund gekennzeichnet ist, sind nur wenige Fossilberichte bekannt geworden. Deshalb war in diesen Fällen die fossile Überlieferung so gut wie immer an besondere Bedingungen geknüpft. Aufgrund ihrer zeitlich wie geographisch isolierten Position, aber auch wegen den außergewöhnlichen geologischen Umständen, die zu ihrer fossilen Überlieferung führten, verdienen die fossilen Pflanzenreste der Sandgrube Wollbach besondere Beachtung.

In der Literatur sind die Wollbacher Pflanzenabdrücke bislang nur unzureichend dargestellt worden. Erkannte Florenelemente wurden in Listen aufgezählt und nur als Strichzeichnungen in einer Auswahl wiedergegeben (KELBER 1980, 1988; RUTTE & WILCZEWSKI 1995). Aussagekräftige Florenelemente der Wollbacher Makroflora sollen deshalb nachfolgend erstmals fotografisch dokumentiert und paläobotanisch näher besprochen werden.

Autorenanschrift

Klaus-Peter Kelber Lehrstuhl für Geodynamik und Geomaterialforschung Institut für Geographie und Geologie Universität Würzburg Am Hubland D-97074 Würzburg E-Mail: kp-kelber@t-online.de

2. Geologie

Bedingt durch das Bündel tektonischer Störungen der Heustreuer Störungszone gelangte im Raum Ostheim v.d. Rhön bis Bad Neustadt v.d. Rhön Oberflächenwasser in den tieferen Untergrund. Dort lösten sich Gips und Steinsalz der Zechsteinschichten in größerem Ausmaß. Dokumentiert ist aus einer Bohrung bei Mellrichstadt ein Steinsalzlager von 167 m Mächtigkeit (CRAMER 1954: 28; SCHRÖDER & PETEREK 2002). Durch Auslaugung entstandene Hohlräume konnten daraufhin kontinuierlich über einem längeren Zeitraum hinweg bis zur Erdoberfläche nachbrechen, weshalb in kleinräumigen Subrosionssenken die Reste eines alten Flusssystems als geschonte Relikte erhalten geblieben sind (Abb. 1b).

Hierbei handelt es sich um Lockergesteine, vorwiegend um gelbe, rotbraune, graue, oft kreuzgeschichtete Sande mit eingeschalteten linsenförmigen Körpern von grauem oder blaugrauem fettem Ton. Die Sande führen schichtparallel ausgefällte Krusten von Limonit und zu Sandstein verfestigte Lagen, seltener Schotter oder größere Gerölle.

Fixpunkt für eine zeitliche Einstufung dieser Sedimente in das Oberpliozän waren die Grosssäuger-Funde Anancus arvernensis, Mammut (Zygolophodon) borsoni und Tapirus arvernensis aus den Sanden nahe bei Ostheim v.d. Rhön (BLANCKENHORN 1939; BRANIEK 1995; RUTTE & WILCZEWSKI 1995; KARL et al. 2013; zur Erforschungsgeschichte siehe GÜMBEL 2019: 163).

Ein bislang wenig diskutierter Datierungsbefund dieser Ablagerungen ist in der Arbeit BUTTNER 1988 verborgen. Darin (BUTTNER 1988: 139; Tab. 2) präsentieren GRÜGER & VON DER BRELIE ein Pollenspektrum aus einem tonigen Vorkommen der Sandgrube Mellrichstadt. Im Vergleich mit niederrheinischen Vorkommen wird dieses Palynospektrum vor allen wegen des 10-prozentigen Anteils von



Abb. 1: Die fossilführende Sandgrube südlich von Wollbach, Unterfranken, Nordbayern. a Geographische Lage im westlichen Grabfeld zwischen Thüringer Wald und Rhön. b Detailansicht der Umgebung Wollbachs mit den geologisch auskartierten Sand- und Tonvorkommen tertiären Alters (in oranger Farbe). c Die Lage der ehemaligen Sandgrube südlich von Wollbach. d Nahaufnahme der Fossilbergung: Rechteckige Blöcke des plastischen Tones wurden ungestört der Tonlinse entnommen, um anschließend schichtparallel aufgespalten zu werden. (Foto: K.-P. Kelber)



Abb. 2: Die Sandgrube Härder südlich von Wollbach. a Fotografie mit Blickrichtung nach Süden. Die Ziffern 1-5 korrespondieren mit den Niveaus in der Schemazeichnung Abb. 2a. Der Ausbiss der pflanzenführenden Tonlinse ist rechts neben der Eimerkette des Baggers (Nr. 4). Foto: K.-P. Kelber, ca. 1979. b Höhenprofil der unterschiedlichen Abbaustufen.

Sciadopitys in das Pliozän gestellt. Ausdrücklich wird auch ein älteres Alter als Reuverium (Pliozän) für möglich gehalten.

Die Schichten der Typuslokalität Sandgrube Ostheim wurden als "Arvernensis-Ablagerungen" oder als "Arvernensis-Schotter" (RUTTE & WILCZWESKI 1995; GEY-ER 2002), ebenso als "Ostheim-Formation" bezeichnet (MARTINI 2011; besonders BÜTTNER 1988: 129, mit weiteren Angaben zur Altersstellung). Dieses neogene Flusssystem, von Süden nach Norden entwässernd (siehe Diskussion "Urmain" in SCHIRMER 2014), soll zumindest in Teilen Material enthalten, das den Geröllakkumulationen der neogenen Dürnberg-Formation entstammt (GEYER & BUSCHE 2014). Die Sedimentrelikte der Ostheim-Formation sind essentiell für die chronologische Rekonstruktion der regionalen Fluss- und Reliefgeschichte (HANTKE 1993: 157; SCHRÖDER 1993; SCHRÖDER & PETEREK 2002; PETEREK & SCHRÖDER 2012).

Den Arvernensis-Ablagerungen diskordant auflagernde Grobschotter, basaltführend und mit Resten von *Mammuthus trogontherii*, wurden in das Altpleistozän eingestuft (KAHLKE 1995). Diese Ablagerungen werden regional als "Borsoni-Schotter" bzw. als "Borsoni-Schichten" bezeichnet (MARTINI et al. 1994; GEYER 2002; SCHRÖDER & PETEREK 2002).

3. Fundgeschichte der Wollbacher Pflanzenfossilien

Durch Hörensagen und Befragungen wurde dem Verfasser 1978 bekannt gemacht, dass in Sandgruben der Gegend Mellrichstadt-Bad Neustadt a.d. Saale fossile Pflanzenreste gefunden worden waren. Ein damals gewährter Einblick in eine Privatsammlung zeigte zunächst nur einen stark fragmentierten Abdruck eines dicotylen Blattes auf einer sandigen Limonitschwarte.

Darauf folgende Befahrungen noch in Abbau stehender Ton- und Sandgruben bei Unsleben und Mellrichstadt verliefen weitgehend ergebnislos, nur in der Sandgrube bei Mellrichstadt kamen wenige schlecht erhaltene Pflanzenfossilien zu Tage. Erst bei einer Begehung der Sandgrube Wollbach gelang dann die Entdeckung einer fossilführenden Tonlinse. Intensive Grabungskampagnen erfolgten in den Jahren 1978-1980, aber auch in späterer Zeit.

4. Geologie der Sandgrube Wollbach

Sedimentpetrographische Definitionen mit Angaben der Sedimentmächtigkeiten in der Sandgrube Wollbach wurden schon in der Vergangenheit beschrieben (CRAMER 1955; MENSCHING 1960; DUPHORN 1961), sie stimmen im Wesentlichen mit den in den Fundjahren gemachten Beobachtungen überein. Ausgehend von einem karto-



Abb. 3: Wollbacher Pflanzenfossilien. a Ulmus pyramidalis, WOLL-48a. b Alnus ducalis, WOLL-668. c Dicotylophyllum sp., mit Fraßspuren von Insekten; WOLL-645. d Quercus pseudocastanea, WOLL-485. e Carpinus grandis, WOLL-83a. f Carpinus grandis, Involukrum mit Nüsschen, WOLL-106. g Ulmus carpinoides, WOLL-700. h Acer pseudomiyabei, WOLL-382. Maßstab jeweils 1 cm.

graphisch eingemessenen Höhenpunkt (roter Punkt in Abb. 1c) war ein Sedimentprofil von ca. 15 m erschlossen (Abb. 2), vorwiegend bestehend aus lebhaft gelben bis rotbraunen, teils kreuzgeschichteten Sanden und gelegentlichen Feinkieslagen. Größere, bis faustgroße Gerölle wurden nur vereinzelt beobachtet, ebenso wie kleine eckig-gerundete Basaltgerölle bis Daumennagelgröße. Vereinzelte Pflanzenabdrücke fanden sich gelegentlich auf schichtparallelen, durch Limonit verbackenen Fein-



Abb. 4: Umgezeichnete Wollbacher Pflanzenfossilien. a Quercus pseudocastanea, WOLL-13a. b Acer pseudomiyabei, WOLL-478. c Quercus cf. kubinyii, WOLL-789. d Quercus cf. kubinyii, WOLL-830. e Quercus pseudocastanea, WOLL-673. f Quercus cf. kubinyii, WOLL-830. g Acer pseudomiyabei, WOLL-245. h Acer integrilobum, WOLL-839.

sandstein-Krusten. Ebenso kamen in den Sanden Limonit-umkrustete Hohlräume vor, die an den Innenwänden noch die Oberflächenstruktur ehemals vorhandener Hölzer zeigten.

Eine etwa 15 m breite und maximal 1,2 m mächtige Linse von graublauem, schlecht spaltendem, aber noch knetbarem Ton war 13,5 m unter dem Niveau der Straße erschlossen (Abb. 2b). Diese lieferte die hier näher beschriebenen fossilen Pflanzenabdrücke.

5. Fossilbergung

Die Bergung der Pflanzenfossilien verlief nicht unkompliziert, weil durch den noch plastischen Ton immer die Gefahr bestand, das Sedimentgefüge zu stauchen oder zu verbiegen. Zunächst mussten bei jeder Grabungskampagne einige Meter der hangenden sandigen Partien abgegraben und die stärker erodierten Partien im Ausstrichbereich der Tonlinse entfernt werden. Möglichst unverzerrt ausgestochene, rechteckige Tonblöcke (Abb. 1d) konnten dann mit einer langen Messerklinge schichtparallel angeritzt werden. Darauffolgend mussten die Tonlappen behutsam auseinander gezogen werden, was aber nicht immer vollständig gelang. Weil die ehemalige pflanzliche Substanz in allen Fällen durch zirkulierende Wässer zerstört und restlos weggelöst war, klebten die ehemaligen Schichtflächen stark aneinander und spalteten sich nicht immer wie erwünscht. Nachträgliche Präparationsversuche an ausgetrockneten Tonstücken erbrachten diesbezüglich keine besseren Resultate. Zudem war die Tonlinse durch mikrotektonische oder kryoturbate Vorgänge zerscheert, die Pflanzenabdrücke endeten zuweilen abrupt an einer Mikrokluft, an der die fossilzeigene Schicht im Millimeterbereich vertikal nach oben oder unten verschoben war. Leichter und flächenhafter lösten sich nur Schichtflächen von einander, auf denen eingedrungene eisenschüssige Lösungen Blattabdrücke und Nervatur nachgezeichnet hatten (siehe z. B. Abb. 5).

6. Material

Mehr als 1800 pflanzenzeigende Handstücke konnten mit dem Messer aus der Wollbacher Tonlinse herausgeschnitten werden, insbesonders Frucht und Samenabdrücke wurden kleinformatig formatiert. Eine repräsentative Auswahl Wollbacher Fossilien ist an das Vonderau-Museum Fulda gegeben worden und ist dort teilweise ausgestellt. Ebenso besitzt die Sammlung Hubert Wohlfromm, Niederlauer, eine reich sortierte Sammlung Wollbacher Pflanzenabdrücke.

Die hier beschriebenen und abgebildeten Stücke sind in der Sammlung K.-P. Kelber, Würzburg, hinterlegt und durch Sammlungsnummern, jeweils beginnend mit der Anfangssilbe WOLL-, gekennzeichnet.



Abb. 5: Wollbacher Pflanzenfossilien. a Carpinus cuspidens, WOLL-663. b Alnus ducalis, Detailansicht, WOLL-782. c Pterocarya paradisiaca, WOLL-124. d Parrotia pristina, WOLL-783a. e Quercus pseudocastanea, WOLL-367a. f Acer subcampestre, WOLL-95a. Maßstab jeweils 1 cm.

7. Systematische Paläobotanik ausgewählter Florenelemente

Die Anordnung der ausgewählten Wollbacher Florenelemente folgt dem systematischen Klassifikationssystem der Angiosperm Phylogeny Group (APG IV, 2016).

Buxaceae Dumortier *Buxus* Linnaeus *Buxus pliocaenica* Saporta et Marion Abb. 6d, 7d, 9c, d

1872 *Buxus pliocenica* SAP. ET MAR. – SAPORTA & MARI-ON, S.274; Taf. 32, Fig. 6, 7. Meximieux.

1953 *Buxus pliocenica* SAP. – BERGER & ZABUSCH, S. 239; Abb. 48, 49. Wien.

1961 *Buxus sempervirens* L. s. l. – SZAFER, S. 66; Taf. 17, Fig. 11-13. Stare Gliwice.

1969 *Buxus pliocenica* SAPORTA ET MARION 1876 – KNO-BLOCH, S. 122; Abb. 264-267; Taf. 53, Fig. 5. Moravská Nová Ves.

1982 *Buxus pliocenica* SAP. ET MAR. – KVAČEK et al., Taf. 3, Fig. 1, 2. Stare Gliwice.

2006 *Buxus pliocenica* SAPORTA ET MARION – KOVAR-EDER & HABLY, S. 165; Taf. 1, Fig. 14-18; Taf. 3, Fig. 10; Taf. 6, Fig. 1-2; Taf. 8, Fig. 8. Mataschen.

2008 *Buxus pliocaenica* SAPORTA – KVAČEK et al., S. 29; Taf. 9, Fig. 1-5. Auenheim.

2019 *Buxus pliocaenica* SAPORTA – KVAČEK et al., Abb. 3f-h. Frankfurt.

Beschreibung: Kleine Blättchen, kurz gestielt, länglich oval bis eirund länglich, ganzrandig. Blattspitze stumpf gerundet, seltener eingekerbt, Blattgrund stumpf gespitzt, Lamina verläuft verschmälert in den Stiel. Soweit in den Abdruckfossilien erkennbar mit relativ starkem Mittelnerv, von dem dicht stehende Sekundärnerven abgehen, die sich teilweise gabeln.

Anmerkung: Die kutikularen Strukturen von B. pliocenica wurden von Kovar-Eder & Hably (2006) aus dem Miozän von Mataschen in der Steiermark sowie von Kvaček et al., (2008, 2019) dokumentiert.

Biometrische Messungen: 149 zur Messung geeignete Exemplare wurden unter den Wollbacher Buxusblättern ausgewählt und vermessen (Abb. 8). Für die Längenmessung wurde der Messpunkt Blattbasis durch den Schnittpunkt der zusammenlaufenden Blattränder definiert, weil bei *Buxus* der Blattgrund kontinuierlich in den Blattstiel herab läuft (Abb. 8a). Es wurden die Blattlänge und Blattbreite (Abb. 8b) sowie die Meßstrecke Blattlänge – Blattspitze/größte Blattbreite gemessen (Abb. 8c, d).

Die Variabilität der Blattlänge im Verhältnis zur Breite ist in Abb. 8b dargestellt. Erkennbar wird die Stagnation der Breitenzunahme bei Blättern ab etwa 16 mm Blattlänge. Bei kleineren Blättern liegt die Strecke der größten Blattbreite meist in der oberen Blatthälfte. Mit zunehmender Länge rutscht die größte Blattbreite bei vielen Blättern in den unteren Blattbereich (Abb. 8d).

Buxus sp. Abb. 6d; Frucht.

1872 *Buxus pliocenica* SAP. ET MAR., – SAPORTA & MARI-ON, S.274; Taf. 32, Fig. 8a, b. Meximieux. 1979 *Buxus sempervirens* – GEISSERT, Taf. 3, Fig. 2. Obernai.

Beschreibung: Abdruck einer rundlichen Kapselfrucht mit den charakteristischen Griffelhörnern.

Anmerkung: Abdruckfossilien der Spaltfrüchte von Buxus egeriana wurden aus dem Miozän von Habartov beschrieben (Kvaček et al. 1982), ebenso blieben im holsteinzeitlichen Travertin von Stuttgart-Bad Cannstadt Buxus-Früchte als Hohlformen fossil überliefert (ADAM 1955; Schweigert 2014).

Cercidiphyllaceae Engler

Cercidiphyllum Siebold et Zuccarini

Cercidiphyllum helveticum (HEER) JÄHNICHEN et al. 1980 Abb. 6b; Frucht.

2007 *Cercidiphyllum helveticum* (HEER) JÄHNICHEN et al. 1980 – GÜMBEL & MAI, S.161; Taf. 3, Fig. 5-7. Dietrichsberg.

1988 *Cercidiphyllum helveticum* (HEER) Jähnichen, Mai et Walther – Mai & Walther, S. 108; Taf. 17, Fig. 8-12. Berga.

1987 *Cercidiphyllum helveticum* – KELBER & GREGOR, S. 12; Taf. 4, Fig. 9. Bauersberg.

Beschreibung: Ein gestielter und aufgespaltener Fruchtstand.

Anmerkung: Mehrere Fruchthülsen von *Cercidiphyllum* wurden ebenfalls von Mädler (1939) aus der Frankfurter Klärbeckenflora beschrieben.

Altingiaceae Lindley Parrotia C.A. Meyer Parrotia pristina (Ettinghausen) Stur Abb. 5d, 7b

1963 *Parrotia fagifolia* (Goepp.) HEER – JUNG, S. 140; Taf. 35, Fig. 31; Taf. 36, Fig. 33. Massenhausen.

1988 Parrotia pristina (ETTINGHAUSEN) STUR – MAI & WALTHER, S. 108; Abb. 31. Berga.

1989 Parrotia ? pristina ? (ETTINGHAUSEN 1851) STUR 1867 – MELLER, S. 46; Abb. 3; Taf. 18, Fig. 1-5. Sprendlingen.

1998 *Parrotia pristina* (ETTINGHAUSEN) STUR – KNOBLOCH, S. 17; Taf. 1, Fig 3-4; Taf. 5, Fig. 1; Taf. 6, Fig. 2. Willershausen.

2008 *Parrotia pristina* (ETTINGH.) STUR – KVAČEK et al., S. 13; Taf. 2, Fig. 4-7; Taf. 17, Fig. 3, 4. Auenheim.

1988 "Parrotia" pristina (ETTINGHAUSEN 1851) STUR 1867 – KOVAR-EDER, S. 29; Taf. 1, Fig 18-21. Großenreith, Lohnsburg.

2010 "*Parrotia*" pristina (ETTINGHAUSEN) STUR – WAL-THER & EICHLER, S. 202; Taf. 6, Fig 5; Taf. 9, Fig. 2. Ottendorf-Okrilla.

2017 *Parrotia pristina* (ETTINGHAUSEN) STUR – STRIEGLER, S.21; Taf. 7, Fig. 8-11. Wischgrund.

2019 *Parrotia pristina* (Ettinghausen) Stur – Kvaček et al., Abb. 3k. Frankfurt.

Beschreibung: Ovate bis obovate Laubblätter, mit glatter unterer Blatthälfte, nach oben hin unduliert und unregelmäßig grobbuchtig gezähnt. Mit Mittelnerv bis in die Spitze. Basalnerven verlaufen fast randläufig und gehen in abaxiale Schlingen bzw. im oberen Blattbereich auch in Nebenzähne über, 4-5 Paar weitere Sekundärnerven enden craspedodrom in den obtusen Zahnspitzen.

Ulmaceae MIRBEL

Ulmus Linnaeus Ulmus carpinoides Göppert Abb. 3g

1920 *Ulmus carpinoides* GOEPP. – REIMANN, S. 83; Abb. 7, 8; Taf. 8, Fig. 13, 14, 16-23; Taf. 9, Fig. 3, 4, 6, 11, 12; Taf. 10, Fig. 13. Schoßnitz.

1988 Ulmus cf. carpinoides GOEPPERT – MAI & WALTHER, S. 111; Abb. 35a-f; Taf. 18, Fig. 9. Berga.

1998 *Ulmus* cf. *carpinoides* GOEPPERT – KNOBLOCH, S. 21; Taf. 6, Fig. 3, 5-8; Taf. 18, Fig. 5; Taf. 33, Fig. 4. Willershausen.

2008 *Ulmus carpinoides* GÖPPERT – KVAČEK et al., S. 22; Taf. 6, Fig. 7-9. Auenheim.

2019 *Ulmus carpinoides* GÖPPERT – KVAČEK et al., Abb. 5b. Frankfurt.

Beschreibung: Eirunde, oblonge oder breit eliptische Blattformen, leicht asymmetrisch, mit gerundet-keilförmiger Blattbasis. Biserrat gezähnter Blattrand, craspedodrome Nervatur, mit 10-20 Sekundärnerven, Sekundärnerv in der Zahnspitze apikal gebogen.

Ulmus pyramidalis Göppert Abb. 3a, 7f

1920 *Ulmus longifolia* UNG. – REIMANN, S. 80; Abb. 5, 6; Taf. 6, Fig. 9, 10, 12, 14; Taf. 7, Fig. 1-4, 6-9, 11, 12; Taf. 9, Fig. 8-10. Schoßnitz.

1955b *Ulmus longifolia* UNG. – BERGER, S. 96; Abb. 94-97. Laaerberg.

1969 *Ulmus pyramidalis* GÖPPERT 1855 – KNOBLOCH, S. 239; Taf. 35, Fig. 10; Taf. 50, Fig. 1, 4, 5, 9-11; Taf. 51, Fig. 1, 7; Taf. 52, Fig. 1, 6, 7, 9; Taf. 53, Fig. 1, 6, 11; Taf. 73, Fig. 8; Taf. 77, Fig. 9. Moravská Nová Ves.



Abb. 6: Fossile Fruchtreste aus der Sandgrube Wollbach. a Quercus sp., konvexer Abdruck einer großen Kupula, WOLL-41a. b Cercidiphyllum helveticum, aufgespaltene Balgfrucht, WOLL-665. c Eucommia europaea, WOLL-563. d Buxus sp., konkaver Abdruck eines gehörnten Nüsschen, WOLL-369. e Ulmus sp. vel Pteleaecarpum, Fragment einer Flugfrucht, WOLL-336a. f Acer sp., WOLL- 413. Maßstab jeweils 1 cm.

1988 *Ulmus pyramidalis* Göppert – MAI & WALTHER, S. 112; Abb. 35g-k; Taf. 18, Fig. 10, 11. Berga.

2008 *Ulmus pyramidalis* GÖPPERT – KVAČEK et al., S. 22; Taf. 6, Fig. 10-12. Auenheim.

2017 *Ulmus pyramidalis* Göppert– Striegler, S. 29; Taf. 29, Fig. 4, 4a, 5, 6. Wischgrund.

2019 *Ulmus pyramidalis* Göppert – Kvaček et al., Abb. 5a. Frankfurt.

Beschreibung: Schmal oblonge, lang-gestreckte asymmetrische Blattformen, lanzettlich zugespitzt. Gerundetkeilförmige Blattbasis, biserrat gezähnter Blattrand, craspedodrome Nervatur, Sekundärnerv in der Zahnspitze apikal gebogen.

Anmerkung: Über die Schwierigkeiten, Formenkreise fossiler Ulmenblätter zu trennen, berichten HANTKE (1954), KOVAR-EDER (1988), KNOBLOCH (1998).

Ulmus sp. vel *Pteleaecarpum bronni* Abb. 6e; Frucht.

1979 *Ulmus* sp. – GEISSERT et al., Taf. 4, Fig. 1. Auenheim. 1989 *Pteleaecarpum bronni* – Bůžek et al., Fig. 15, 16. Auenheim.

1979 Ulmus sp. - GEISSERT et al., Taf. 4, Fig. 1. Elsass.

1955b Abronia pliocenica WILD. – BERGER, S. 97; Abb. 101, 102. Laaerberg.

1954 *Ulmus longifolia* UNGER 1847 sensu novo – HANTKE, S. 59; Taf. 6 Fig. 16-18. Öhningen.

1939 Ulmus longifolia – MÄDLER, S. 88; Taf. 8; Fig. 2. Frankfurt.

Beschreibung: Der Abdruck eines Flügelsaums; gekennzeichnet durch seine netzartige Nervatur.

Anmerkung: Die wechselnde taxonomische Zuordnung dieser Flugfrüchte zu "*Ulmus"*, "*Abronia"* oder "*Pteleaecarpum"* ist im zeitlichen Ablauf ihrer wissenschaftlichen Bearbeitung in BERGER (1955b: 97) dargelegt worden.

Zelkova Spach Zelkova zelkovifolia (Unger) Bůžek et Kotlaba Abb. 9i

1936 Zelkova ungeri Kov. – Müller-Stoll; S. 112; Taf. 3, Fig. 1, 2. Bischofsheim, Kaltennordheim.

1952 Zelkova praelonga (UNG.) n. comb. – BERGER, S. 99; Abb. 81, 82. Brunn-Vösendorf.

1986 Zelkova praelonga (UNGER) BERGER – KNOBLOCH, S. 19; Taf. 1, Fig. 5, Taf. 3, Fig. 1, 3, 5, 6-8, 10-12; Taf. 11, Fig. 4, 10, 13; Taf. 19, Fig. 4. Achldorf.

1988 Zelkova zelkovifolia (UNGER 1843) BůžEK & KOTLA-BA in KOTLABA 1963 – KOVAR-EDER, S. 43; Taf. 3, Fig. 11-15. Ebersbrunn, Großenreith.

1988 Zelkova zelkovifolia (Unger) Bůžek et Kotlaba – Mai & Walther, S. 114; Abb. 36; Taf. 34, Fig. 8-11. Berga.

1998 Zelkova zelkovifolia (UNGER) BŮŽEK ET KOTLABA – KNOBLOCH, S. 22; Abb. 8 a-c; Taf. 7, Fig.1-10; Taf. 8, Fig. 1-9; Taf. 48, Fig. 5. Willershausen.

2010 Zelkova zelkovifolia (UNGER) BŮŽEK ET KOTLABA – WALTHER & EICHLER, S. 211; Taf. 1, Fig 12; Taf. 4, Fig. 1-5; Taf. 8, Fig. 3. Ottendorf-Okrilla.

2019 Zelkova zelkovifolia (Unger) Bůžek et Kotlaba – Kvaček et al., Abb. 5c, d. Frankfurt.

Beschreibung: Polymorphe Blattgestalten, meist oblongovat, mit einfach grobgesägtem Blattrand. Blattbasis asymmetrisch, keilförmig gerundet. Mit craspedodromen Sekundärnerven, die in die großen Blattzähne münden.

Anmerkung: Eine ausführliche Synonymliste dieses Taxons findet sich in KOVAR-EDER (1988).

Fagaceae DUMORTIER

Quercus Linnaeus

aff. *Quercus kubinyii* (Kováts ex Ettingshausen) Czeczott Abb. 4c, d, f

1936 *Quercus drymeia* UNG. – MÜLLER-STOLL, S. 111; Abb. 1a. Bischofsheim.

1952 *Castanea atavia* UNG. – BERGER, S. 89; Abb. 39-41. Brunn-Vösendorf.

1955b *Castanea atavia* UNG. – BERGER, S. 91, Abb. 64, 65; non Abb. 66, 67. Laaerberg.

1986 *Quercus* cf. *kubinyi* (Kováts ex Ettinghausen) Ber-GER – KNOBLOCH, S. 21; Taf. 2, Fig. 5; Taf. 5, Fig. 7, 10; Taf. 7, Fig. 6, 7; Taf. 10, Fig. 14. Achldorf.

1988 *Quercus* ex gr. *kubinyi* (Kovats ex Ettinghausen) Berger – Knobloch, S. 7; Taf. 1, Fig. 1; Taf. 4; Fig. 2; Taf. 5, Fig. 3, 4, 6; Taf. 7, Fig. 2. Aubenham.

1988 *Quercus kubinyi* (Kovats 1851 EX Ettinghausen 1852) Berger 1952 – Kovar-Eder, S. 35; Taf. 3, Fig. 7, 8; Taf. 5, Fig. 1. Ebersbrunn.

1995 *Quercus kubinyii* (Kovats 1851 EX Ettinghausen 1852) BERGER 1952 – Kovar-Eder et al., S. 326; Taf. 2, Fig. 12-16; Taf. 6, Fig. 4, 5. Neuhaus.

2008 *Quercus* cf. *kubinyii* (Kováts ex Ettingh.) Czeczott – Kvaček et al., S. 18; Taf. 4, Fig. 11-16; Taf. 18, Fig. 3-5. Auenheim.

2019 *Quercus kubinyii* (Kováts ex Ettinghausen) Czeczott – Kvaček et al., Abb. 7a. Frankfurt.

Beschreibung: Blätter mit gerundeter oder schwach abgestutzer Basis, mit starkem Primärnerv und geraden Sekundärnerven, die craspedodrom in stachelspitzig ausgezogene, teilweise auch hakenförmige Blattspitzen münden.

Anmerkung: KNOBLOCH (1968: 144; 1988) geht auf die taxonomischen Probleme von Q. kubinyii näher ein. Die sich ähnelnden Eichenblatt-Taxa Quercus kubinyii, Q. czeczottiae, Q. schoetzii, Q. gregori etc. versuchte STRIEG-LER (1992) phänotypisch abzugrenzen. Q. kubinyii-Blattfossilien sind in älteren Bearbeitungen häufiger zu Castanea atavia gerechnet worden (KNOBLOCH 1969). *Quercus pseudocastanea* Göppert emend. Walther et Zastawniak Abb. 3d, 4a, e, 5e, 7i

1920 *Quercus pseudocastanea* GOEPP. – KRÄUSEL, S. 134; Abb. 17; Taf. 11, Fig. 9, 10. Kokoschütz, Schoßnitz, Dyhernfurth.

1985 *Quercus pseudocastanea* Göppert – Striegler, S. 16; Taf 1, Fig.11, 12; Taf 9, Fig. 3-6. Wischgrund.

1986 *Quercus pseudocastanea* Göppert – KNOBLOCH, S. 23; Taf. 5, Fig. 1, 12; Taf. 6; Fig. 6, 7; Taf. 18, Fig. 5, 6. Achldorf.

1988 *Quercus* cf. *pseudocastanea* GÖPPERT – KNOBLOCH, S. 8; Taf. 7, Fig. 6; Taf. 10; Fig. 2; Taf. 13, Fig. 1, 2. Aubenham.

1988 *Quercus pseudocastanea* Göppert 1852 – Kovar-EDER, S. 33; Taf. 4, Fig. 5-10; Taf. 9, Fig. 4. Großenreith, Lohnsburg.

1988 *Quercus pseudocastanea* Göppert – MAI ET WALTHER, S. 124; Abb. 42, Taf. 22, Fig. 1-12; Taf. 33, Fig. 1-5. Berga. 2008 *Quercus pseudocastanea* Göpp. emend. WALTHER & ZASTAWNIAK – KVAČEK et al., S. 16; Taf. 4, Fig. 1-5; Taf. 17, Fig. 11-12. Auenheim.

2010 *Quercus pseudocastanea* GOEPPERT emend. WALTHER ET ZASTAWNIAK – WALTHER & EICHLER, S. 205; Taf. 1, Fig. 4, 5; Taf. 3; Taf. 7, Fig. 1; Taf. 9, Fig. 3. Ottendorf-Okrilla. 2017 *Quercus pseudocastanea* GOEPPERT – STRIEGLER, S. 36; Taf. 14, Fig. 5, 6; Taf. 15, Fig. 1, 2. Wischgrund.

2019 *Quercus pseudocastanea* Göppert sensu Walther ET ZASTAWNIAK – KVAČEK et al., Abb. 6i. Frankfurt.

2019 *Quercus praecastaneifolia* ERW. KNOBLOCH – KVAČEK et al., Abb. 7b-d, non Fig. 7e, f. Frankfurt.

Beschreibung: Variable Blattgestalten, meist schmal oblong bis schmal-ovat oder obovat, auch Fragmente großer Blätter. Blattbasis meist gerundet, mit kräftigem Blattstiel. Blattrand gezähnt mit ungleich großen Blattzähnen, diese buchtig und beidseitig konvex. Primärnerv führt in die Blattspitze, Sekundärnerven münden craspedodrom und leicht gebogen in die Blattzähne.

Anmerkung: Die Blätter von Q. pseudocastanea variieren sehr, eine enge Artabgrenzung scheint bislang noch schwierig (WALTHER & EICHLER 2010; STRIEGLER 2017). Nach KNOBLOCH (1998) unterscheidet sich Quercus praecastaneifolia von Q. pseudocastanea lediglich durch eine dichtere Sekundärnervatur sowie durch nicht zu tief gebuchtete Blattzähne.

Auf ähnliche Formenkreise fossiler Eichenblätter analog zu *Q. pseudocastanea* wird in MAI & WALTHER (1988) verwiesen. VAN DER BURGH (2001) unternahm den Versuch, anhand von Blattfossilien der Gattung *Quercus* die stratigraphische Einstufung der niederrheinischen Fundorte zu präzisieren.

Quercus sp. Abb. 6a; Kupula.

1973 *Quercus cerrisaecarpa* KOLAKOVSKI – SITÁR S. 26; Taf. 12, Fig. 3; Taf. 13, Fig. 1-2, non Fig. 3. Močiar. 1986 *Quercus sapperi* (MENZEL) MAI – GREGOR, S. 52;

Taf. 25, Fig. 1-4. Achldorf.

1989 *Quercus sapperi* (MENZEL) MAI ex HUMMEL (1963) – MAI, S. 12; Abb. 5; Taf. 4, Fig. 1-6. Wischgrund.

2017 *Quercus* sp. – DENK et al., S. 270; Taf. 18, Fig. 4-8. Güvem.

Beschreibung: Teils dreidimensionale Abdrücke von becherförmige Kupulen, bis 27 mm Durchmesser, besetzt mit abgerundeten Schuppen. Es ist nicht zu ersehen, ob die Schuppen einstmals länger waren und durch Transportvorgänge vor dem finalen Fossilisationsvorgang abgeschliffen wurden. In Wollbach kommen auch große, teilweise verdrückte Abdrücke von Eicheln vor, die mit gleichartigen Funden aus Achldorf übereinstimmen (GRE-GOR 1986, Taf. 22, Fig. 4).

Anmerkung: Ähnlich den großen Kupulen aus Wollbach diskutiert GREGOR (1982: 94) das Vorkommen großer Eichenfrüchte und Kupulen im Miozän und bezieht diese aufgrund ihrer Größe zu Quercus sapperi. Durch die Ornamentation der Wollbacher Kupulen besteht darüber hinaus eine gewisse Übereinstimmung mit Quercus pubescens WILLDENOW fossilis (MAI & WALTHER 1988). Jedoch sind diese Fruchtbecher erheblich kleiner dimensioniert und haben nur einen Durchmesser bis zu 12 mm. Halbkugelförmige Fruchtbecher von Q. cerrisaecarpa sind 1,8-3,0 cm breit und 2-2,3 cm hoch (SITÁR (1973). Große fossile Eichenkupulen mit einem Durchmesser von mehr als 2 cm blieben auch von Q. sibirica aus dem Oligozän Sibiriens, ebenso von Q. hannibali aus dem Miozän der USA fossil überliefert (BARRÓN et al. 2017).

Juglandaceae DC. ex PERLEB

Pterocarya Kunth

Pterocarya paradisiaca (UNGER) ILJINSKAYA Abb. 5c, 7c

1954 *Pterocarya castaneaefolia* (GOEPPERT 1855) MENZEL – HANTKE, S. 50; Taf. 3, Fig. 1, 2. Öhningen.

1988 *Pterocarya paradisiaca* (UNGER) ILJINSKAYA – MAI & WALTHER, 139; Abb. 53; Taf. 7, Fig. 12. Berga.

1988 *Pterocarya paradisiaca* (UNGER 1849) ILJINSKAYA 1962 – Kovar-Eder, S. 45; Taf. 8, Fig. 1, 2. Lohnsburg.

2008 Pterocarya paradisiaca (UNGER) ILJINSKAYA. – KVAČEK et al., S. 15; Taf. 3, Fig. 1-5; Taf. 17, Fig. 7-8. Auenheim.

2016 *Pterocarya paradisiaca* (UNGER) ILJINSKAYA – WOROBIEC & SZYNKIEWICZ, S. 452; Taf. 8, Fig 1a, b. Bełchatów.

2017 *Pterocarya paradisiaca* (UNGER) IL'JINSKAYA – STRIEGLER, S.50; Taf. 24, Fig. 1, 1a, 1b. Wischgrund.

2019 *Pterocarya paradisiaca* (UNGER) ILJINSKAYA – KVAČEK et al., Abb. 8c. Frankfurt.



Abb. 7: Wollbacher Pflanzenfossilien. a Aesculus hippocastanoides, WOLL-621. b Parrotia pristina, WOLL-87. c Pterocarya sp., WOLL-57a. d Buxus pliocenica, WOLL-1161. e Pterocarya paradisiaca, Flugfrucht, WOLL-669a. f Ulmus pyramidalis, WOLL-661. g Eucommia szaferi, WOLL-11a. h Acer pseudomiyabei, WOLL-103. i Quercus pseudocastanea, WOLL-361a. Maßstab jeweils 1 cm.

Beschreibung: Kurz gestielte Teilblätter, oblong-ovat, Lamina asymmetrisch, Blattrand mit kleinen Zähnen, Blattnervatur camptodrom.

Pterocarya sp. Abb. 7e; Frucht.

1954 Pterocarya castaneaefolia (GOEPPERT 1855) MENZEL - HANTKE, S. 50; Taf. 3, Fig.4, 5. Öhningen.

1982 *Pterocarya limburgensis* C. & E.M. REID – GREGOR, S. 89; Taf. 3, Fig. 15. Achldorf.

Beschreibung: Flugfrucht mit zwiebelförmigen Nüsschen, dieses mit wellig verbogenen, zur Spitze hin zusammenlaufenden Kanten. Abdrücke der Fruchtflügel durch Sedimentkompaktion leicht verfältelt.

Anmerkung: Die fossilen Endokarpien (Nüsse) werden als *Pterocarya pterocarpa* bezeichnet (MAI & WALTHER 1988: 140).

Juglans acuminata A. BRAUN Abb. 9h

1955b *Juglans acuminata* A. Br. – BERGER, S. 93; Abb. 75, 76. Laaerberg.

1969 *Juglans acuminata* AL. BRAUN 1845 ex UNGER 1850 – КNOBLOCH, S. 64; Abb. 153-156; Taf. 26, Fig. 2, 5; Taf. 27, Fig. 1, 2, 4. Moravská Nová Ves,

1988 Juglans acuminata A. BRAUN 1845 ex UNGER 1850 – KOVAR-EDER, S. 44; Taf. 9. Fig. 1-8. Schneegattern.

1998 Juglans acuminata AL. BRAUN ex UNGER – KNO-BLOCH, S. 48; Taf. 20, Fig. 5. Willershausen.

2019 "*Juglans*" *acuminata* A. BRAUN – KVAČEK et al., Abb. 12d, e. Frankfurt.

Beschreibung: Lang-elliptisches Fiederblatt mit glattem Blattrand, und charakeristisch- brochidodromer (schlingenläufiger) Nervatur.

Betulaceae GRAY

Alnus Miller Alnus ducalis (Gaudin) Knobloch Abb. 3b, 5b, 9g

1955b *Alnus hörnesi* Stur – Berger, S. 87; Abb. 26-29, non Abb. 25. Laaerberg.

1959 *Alnus hörnesi* Stur – Andreanszky, S. 87; Abb. 62; Taf. 18, Fig. 3. Sály.

1968 Alnus ducalis (GAUDIN in GAUDIN ET STROZZI 1858) comb. nov. – KNOBLOCH, S. 127; Taf. 1, Fig. 2-4; Taf. 2, Fig. 1; Taf. 4, Fig. 6. Moravská Nová Ves,

1969 *Alnus ducalis* (GAUDIN, 1858) comb. nov. – KNO-BLOCH, S. 69; Abb. 159-166; Taf. 28, Fig. 1-3, 6; Taf. 29, Fig. 1-5; Taf. 31, Fig. 1, 2; Taf. 32, Fig. 5; Taf. 33, Fig. 4, 5; Taf. 34, Fig. 1, 2; Taf. 35, Fig. 5; Taf. 53, Fig. 9; Taf. 75, Fig. 4. Moravská Nová Ves. 1988 Alnus ducalis GAUDIN 1958 [sic!] emend. KNOBLOCH 1968 – KOVAR-EDER, S. 40; Taf. 5. Fig. 2-5. Schneegattern. 1995 Alnus ducalis GAUDIN 1858 emend. KNOBLOCH 1968 – KOVAR-EDER et al., S. 327; Taf. 2, Fig. 17, 18. Neuhaus. 1999 Alnus ducalis (GAUD.) KNOBL. – VELITZELOS & KVAČEK, Taf. 2, Fig. 9. Vegora.

2019 *Alnus ducalis* (Gaudin) Knobloch, 1969 – Worobiec & Worobiec, S. 8; Abb. 6. Bełchatów Tagebau.

Beschreibung: Mittelgroße bis große Blätter, breit-ovale Gestalt mit gerundeter Basis und gezähntem Blattrand. Das hervorstechende Merkmal ist die tiefrandig ausgebuchtete Blattspitze, in die der Hauptnerv mit einer kleinen zahnförmigen Spitze mündet. Blattrand besonders im oberen Bereich gezähnt mit kleinen, teilweise hakenförmigen Zähnen. Auch der zum Primärnerv zeigende Teil der Blattspitzenbucht ist unregelmäßig gezähnt. Die Nervatur ist bogenläufig und endet in den Zähnen des Blattrandes. Bemerkenswert ist die aberrante Ausbuchtung des linken Blattrandes in Abb. 3b.

Anmerkung: Nach seinem ersten Auftreten im Mittelmiozän Europas (Kovar-Eder & Teodoritis 2018) ist *A. ducalis* weitgehend aus obermiozänen Blattfloren bekannt geworden (Kovar-Eder 1986; Kovar-Eder et al. 1996, 2006; eine ausführliche Synonymliste findet sich in Kovar-Eder 1988: 40).

Carpinus LINNAEUS Carpinus grandis Unger Abb. 3e

1955b *Carpinus grandis* UNG. – BERGER, S. 75; Abb. 2, 3. Brunn-Vösendorf.

1963 *Carpinus grandis* UNG. – JUNG, S. 131; Taf. 34, Fig. 15. Massenhausen.

1968 *Carpinus kisseri* BERGER – JUNG, S.47; Abb. 16-18. Lerch.

1986 *Carpinus* cf. *grandis* UNGER – KNOBLOCH, S. 26; Taf. 10, Fig. 1; Taf. 16 Fig. 7; Taf. 20, Fig. 2. Achldorf.

1988 *Carpinus grandis* UNGER 1850 emend. HEER 1856 – KOVAR-EDER, S. 37; Taf. 6, Fig. 1-8. Lohnsburg.

2019 *Carpinus grandis* UNGER – KVAČEK et al., Abb. 8i-l. Frankfurt.

Beschreibung: Leicht oblonge bzw. schmal elliptische Blätter, Blattrand doppelt gesägt.

Anmerkung: KNOBLOCH (1986; 1998: 43) beschäftigt sich ausführlich mit der taxonomischen Abgrenzung fossiler *Carpinus*-Blätter. *C. grandis* kann als Sammelart polymorpher carpinoider Blattgestalten betrachtet werden.

Carpinus grandis UNGER Abb. 3f; Involukrum.

1955a *Carpinus grandis* UNG. – BERGER, S. 75; Abb. 1. Brunn-Vösendorf.

1955b *Carpinus pyramidalis* UNG. – BERGER, S. 89; Abb. 37-41. Laaerberg.

1963 *Carpinus grandis* UNG. – JUNG, S. 131; Taf. 34, Fig. 16. Massenhausen.

1969 *Carpinus grandis* UNGER, 1852 emend. HEER 1856 – KNOBLOCH, S. 78; Abb. 182; Taf. 35, Fig. 7. Moravská Nová Ves.

1982 Carpinus grandis UNGER – GREGOR, S. 91; Taf. 2, Fig. 1-5, 10, 14. Achldorf.

2019 *Carpinus grandis* UNGER – KVAČEK et al., Abb. 8i-l. Frankfurt.

Beschreibung: Abdrücke von dreilappigen Involukren (Fruchthüllen) mit eiförmigen Nüsschen *in situ*, vergleichbar mit den rezenten Fruchtbechern von *Carpinus betulus*. *Anmerkung:* Die variable Ausbildung der fossilen *Carpinus*-Involukralblätter aus dem jüngeren Tertiär werden von BERGER (1953) sowie von JUNG (1966) erörtert.

Carpinus cuspidens (SAPORTA) KOLAKOVSKY Abb. 5a

1855 *Carpinus ostryoides* G. – GÖPPERT, S. 19; Taf. 4, Fig. 7-10. Schossnitz.

1998 *Carpinus cuspidens* (SAPORTA) KOLAKOVSKY – KNO-BLOCH, S. 43; Taf. 10, Fig. 7; Taf. 20, Fig. 3, 4, 6; Taf. 22, Fig.3; Taf. 25, Fig. 6. Willershausen.

2019 *Carpinus* cf. *uniserrata* (Kolakovskij) Ratiani – Kvaček et al., Abb. 9a. Frankfurt.

Beschreibung: Schmale eng-ovate Blätter, sich allmählich in eine Spitze verjüngend; mit gerundetem bis keilförmigem Blattgrund. Blattrand doppelt gesägt, craspedodrome Nervatur.

Anmerkung: Auch KVAČEK et al. (2019) stellen solche fossile Blattformen in die Nähe der Gattung Ostrya und vergleichen sie mit rezenten Blattspektren von Carpinus americana oder C. caroliniana.

Cannabaceae Martinov *Celtis* Linnaeus *Celtis trachytica* Ettingshausen Abb. 9a

1988 *Celtis* sp. – MAI & WALTHER, S. 111; Abb. 34. Berga. 1998 *Celtis trachytica* ETTINGSHAUSEN – KNOBLOCH, S. 20; Abb. 7; Taf. 5, Fig. 7, 11-12; Taf. 55, Fig. 4. Willershausen.

2004 *Celtis japeti* UNGER – KOVAR-EDER et al., S. 70; Taf. 8, Fig. 7. Parschlug.

2019 *Celtis trachytica* Ettingshausen – Kvaček et al., Abb. 10e, f. Frankfurt.

Beschreibung: In Wollbach nur mit wenigen Blattfragmenten nachweisbar. Der abgebildete basale Blattbereich in Abb. 9a ist asymmetrisch und zeigt einen Mittelnerv, der von einem linken und rechten Seitennerv flankiert ist. Der glatt-gerundete basale Blattrand geht in einfach gesägte Blattzähne über (uniserrat), die eingeschnürt nach innen weisen. In die Blattzähne münden Nerven, die den Bögen der Sekundärnerven entspringen.

Anmerkung: Mit den wechselvollen Bezeichnungen fossiler *Celtis*-Blätter setzte sich KNOBLOCH (1998) auseinander.

Sapindaceae JUSSIEU

Acer Linnaeus Acer subcampestre Göppert Abb. 5f

1855 Acer subcampestre G. – GOEPPERT, S. 34; Taf. 22, Fig. 16, 17. Schossnitz.

1965 *Acer subcampestre* GOEPP. – KRYSHTOFOVICH & BAIкоvsкаја, S. 101; Taf. 26, Fig. 5-7; Taf. 27, Fig. 4; Taf. 28, Fig. 1-11. Krynka.

1981 *Acer* aff. *haselbachense* WALTHER – KNOBLOCH, S. 62; Taf. 1, Fig. 6. Horn.

1971 XXXIII - FERGUSON, S. 178, Abb. 30M. Kreutzau.

2011 Acer subcampestre Göppert – GABRIELYAN & Kovar-Eder, S. 121; Taf. 4, Fig. 1-3. Syunik Gebiet.

2013 Acer subcampestre GÖPPERT – HABLY, S. 61; Taf. 19, Fig. 1-4; Taf. 22, Fig. 3. Ungarn.

2019 Acer subcampestre GÖPPERT – KVAČEK et al., Abb. 11f. Frankfurt.

Beschreibung: Drei- bzw. fünflappige Blätter, mit zugespitzten Blattlappen, leicht herzförmiger Blattbasis und großen unregelmäßigen Blattzähnen.

Anmerkung: Die Wollbacher A. subcampestre-Blattfossilien ähneln nach ihren Umrissen den von KNOBLOCH (1969) dokumentierten Morphotypen von A. obtusilobum und A. jurenakii. Desgleichen sind Übereinstimmungen zu einigen Blattgestalten von A. haselbachense zu erkennen (WALTHER 1972). A. subcampestre-Blätter sind morphologisch variabel, sie können deshalb mit den Formenkreisen von A. palaeosaccharinum, A. integrilobum, A. pseudocampestre oder A. hyreanum zumindest in Teilen in Verbindung gebracht werden (WALTHER 1972: 138).

Acer integrilobum Weber sensu WALTHER Abb. 4h, 9f

1936 Acer spec indet. – MÜLLER-STOLL, S. 120; Abb. 2b; Taf. 6, Fig. 4. Bischofsheim.

1968 *Acer integrilobum* WEB. – JUNG, S. 48; Abb. 32, 33. Lerch.

1969 Acer integrilobum WEBER 1852, ssp. grangeonii ssp. nov. – KNOBLOCH, S. 133, Abb. 293; Taf. 63, Fig. 1, 2. Moravská Nová Ves.

1971 XXXIII – FERGUSON, S. 178; Abb. 30N; Taf. 25, Fig. G. Kreutzau.

1972 Acer integrilobum WEBER sensu novo – WALTHER, S. 111; Taf. 25, 26, 55.

1999 Acer integrilobum WEBER 1852 sensu WALTHER – STRÖBITZER, Taf. 4, Fig. 14; Taf. 12, Fig. 4; Taf. 16, Fig. 37. Lintsching.

2004 Acer integrilobum WEBER sensu WALTHER 1972 – KOVAR-EDER et al., S. 78; Taf. 10, Fig. 1-6. Parschlug.



Abb. 8: Die Blattproportionen von 149 *Buxus pliocenica*-Blattabdrücken aus der Sandgrube Wollbach. a Hilfszeichnung zur Ermittlung des Messpunktes "Blattgrund", definiert durch die einfallenden Winkel der Blattbasis. b Streudiagramm, Verhältnis Blattlänge/Blattbreite. c Definition der Messstrecken für das Diagramm in Abb. 8d. d Streudiagramm, Verhältnis der Messstrecken Blattlänge/Blattspitze bis größte Blattbreite.

Beschreibung: Dreilappige, glattrandige Blätter, Seitenlappen leicht ausgebuchtet. Mittellappen mit langer, sich verschmälernder Spitze.

Anmerkung: Mit der Unterscheidung von A. integrilobum zu A. decipiens hat sich JUNG (1968) auseinander gesetzt. Nach WALTHER (1972) sind die Blattgestalten von A. decipiens ebenfalls zu A. integrilobum zu rechnen.

Acer pseudomiyabei Kryshtofovich & Baikovskaja Abb. 3h, 4b, g, 9b

1872 *Acer opulifolium pliocenicum* – SAPORTA & MARION, S. 292; Taf. 35, Fig. 2-6. Meximieux.

1939 Acer palaeo-miyabei n. sp. – MÄDLER S. 117; Taf. 9, Fig. 17 (non Fig. 15, 16). Frankfurt.

1965 Acer pseudomiyabei BAIK. sp. n. – KRYSHTOFOVICH & BAIKOVSKAJA, S. 99; Taf. 29, Fig. 1-6. Krynka.

2006 Acer sp. aff. A. campestre – MACOVEI & GIVULESCU, Taf. 3, Fig. 1. Chiuzbaia.

Beschreibung: Dreilappige glattrandige Blätter mit langen, ausgezogenen Blattspitzen, mit gerundeten Buchten zwischen Haupt- und Seitenlappen, ähnlich wie bei *A. integrilobum.* Das charakteristische Merkmal sind die stumpfen Basalzähne seitlich der Blattbasis.

Anmerkung: SITAR (1973: 58) hält es für wahrscheinlich, dass A. pseudomiyabei noch dem Formenkreis A. subcampestre zugehörig ist. WALTHER (1972) bezieht glattrandige Blattgestalten mit der unterdrückten Ausbildung eines Basallappens noch zu A. integrilobum.

Acer sp. Abb. 6f; Frucht.

1982 *Acer* spec. (div. spec.!) – Gregor 1982, S. 112; Taf. 5, Fig. 3-13, 15-24.

2004 *Acer* sp. div. - fructus – KOVAR-EDER et al., S. 79; Taf. 10, Fig. 13-16. Parschlug.

Beschreibung: Die abgebildete Teilfrucht ist gut als zur Gattung *Acer* gehörig zu bestimmen, doch ist die dreidimensionale Gestalt des Endokarps durch die Sediment-kompaktion nicht mehr erkennbar.

Anmerkung: Die taxonomische Zuordnung fossiler Abdrücke von Ahornfrüchten und Endokarpien ist mit großen Schwierigkeiten verbunden. Unterschiedliche Proportionen, Nervaturorganisation und Gestaltumrisse lassen bislang keine genaue Bestimmung zu, nur mit Substanzerhaltung ist eine exaktere Zuordnung möglich (MAI 1983; MAI & WALTHER 1988; KOVAR-EDER et al. 2004).

Aesculus Linnaeus *Aesculus hippocastanoides* Iljinskaja Abb. 7a 1988 *Aesculus* cf. *hippocastanum* L. – MAI & WALTHER, S. 179; Abb. 81; Taf. 34, Fig. 7; Taf. 41, Fig. 2. Berga. 1998 *Aesculus* sp. 1 – KNOBLOCH, S. 75; Taf. 56, Fig. 1, 3.

Willershausen.

2015 *Aesculus* sp. – POSCHMANN et al., Taf. 1b. Ruppach-Goldhausen

2019 *Aesculus hippocastanoides* ILJINSKAJA – KVAČEK et al., Abb. 12a-c. Frankfurt.

Beschreibung: Obovates Fiederblatt mit langer spitzkeilig zulaufender Blattbasis, unregelmäßig doppelt gezähntem Blattrand und craspedodromer Blattnervatur.

Eucommiaceae Engler

Eucommia Oliver

Eucommia szaferi Kvaček, Teodoridis et Denk Abb. 7g

1952 *Eucommia europaea* (MÄDLER) nov. comb. – SZA-FER, Taf. 3, Fig. 1-9; Taf. 4, Fig. 1-2.

2008 *Eucommia* sp. – KVAČEK et al., S. 12; Taf. 14, Fig. 9, 10; Taf. 15, Fig. 1, 3; Taf. 23, Fig. 11-13; Taf. 24, Fig. 3-4. Auenheim.

2016 *Eucommia* sp. – WOROBIEC & SZYNKIEWICZ, S. 457; Taf. 8, Fig. 2; Taf. 12, Fig. 4a, b. Bełchatów.

2019 *Eucommia szaferi* Kvaček, Teodoridis et Denk sp. nov. – Kvaček et al., Abb. 14f. Frankfurt.

2019 Malus sp. - KVAČEK et al., Abb. 4h. Frankfurt.

Beschreibung: Langgestielte eirunde bis obovate Blätter mit brochidodromer (schlingenförmiger) Nervatur und gezähntem Blattrand.

Eucommia europaea Mädler Abb. 6 c, 9e; Frucht.

1932 *Eucommia ulmoides* OLIVER – BAAS, S.334; Taf. 3, Fig. 53-54. Schwanheim.

1939 *Eucommia europaea* n. sp. – MÄDLER, S. 103; Taf. 8, Fig. 29-31; Taf. 11, Fig. 9-11. Frankfurt.

1961 *Eucommia ulmoides* OLIV. *foss.* – SZAFER, S. 50; Taf. 14, Fig. 9-11. Stare Gliwice.

1989 *Eucommia europaea* Mädler – Trautwein & Gre-GOR, S. 52; Taf. 3, Fig. 1-9. Hilpoldsberg.

2008 *Eucommia* sp. – KVAČEK et al., S. 12; Taf. 15, Fig. 10. Auenheim.

2016 *Eucommia europaea* MÄDLER – WOROBIEC & SZYN-KIEWICZ, S. 456; Taf. 4, Fig 4a, 4b. Bełchatów.

2019 *Eucommia szaferi* Kvaček, Teodoridis et Denk sp. nov. – Kvaček et al., Abb. 14g. Frankfurt.

Beschreibung: Die Abdrücke annähernd vollständiger Flugfrüchte sind länglich-oval und an beiden Enden zugespitzt. In der Mitte der längliche Abdruck des Samenfachs, welches durch ein dichtes Geflecht von zähen Fäden gekennzeichnet ist.



Abb. 9: Wollbacher Pflanzenfossilien. a Celtis trachytica, WOLL-418a. b Acer pseudomiyabei, WOLL-249a. c Buxus pliocenica, WOLL-586. d Buxus pliocenica, Blatt mit Beprägungen durch rundlichen Pilzbefall, WOLL-1165. e Eucommia europaea, Flugfrucht, WOLL-414a. f Acer integrilobum, WOLL-339a. g Alnus ducalis, WOLL-105. h Juglans acuminata, WOLL-570. i Zelkova zelkovifolia, Woll-476. Maßstab jeweils 1 cm.

Anmerkung: An Exemplaren aus der Frankfurter Klärbeckenflora konnten durch MÄDLER (1939) erstmals die umschließenden Guttapercha-Fäden des Samenfachs mikroskopisch nachgewiesen werden.

Die anatomischen und morphologischen Unterschiede fossiler und rezenter *Eucommia*-Früchte werden in Studien von CALL & DILCHER (1997) und von MAGALLÓN-PU-EBLA & CEVALLOS-FERRIZ (1994) erörtert. Zudem eignen sich *Eucommia*-Fossilien sehr gut für eine präzise Rekonstruktion des Paläoklimas (WANG et al. 2003).

Angiospermae incertae familiae

Dicotylophyllum SAPORTA Dicotylophyllum sp. Abb.3c

Beschreibung: Detailaufnahme eines dikotylen Blattabdrucks mit Fraßspuren von Insekten.

8. Paläoökologische Beobachtungen

Auf manchen Wollbacher Blattabdrücken sind zusätzlich Lebensspuren dokumentiert, die Einblicke in ökologische Besonderheiten der damaligen Biotope geben. Als Beispiel der Interaktion zwischen Tier- und Pflanzenwelt seien Fraßspuren an einem Blatt angeführt, welche durch Insekten verursacht wurden (Abb. 3c). Einige der zahlreichen Wollbacher Buchsbaumblätter zeigen außerdem kleine konzentrische Beprägungen (Abb. 9d), die mutmaßlich durch Pilze verursacht wurden, ähnlich wie bei Pilzbefall durch Calonectria pseudonaviculata oder Cylindrocladium buxicola an rezenten Buchsbaumblättern. Als einzige Zoofossilien sind aus der Tonlinse kleine rundliche Abdrücke zu vermelden, die als Opercula-Abdrücke ("Schneckendeckel") von Gastropoden identifiziert werden konnten. charakteristisch für den fluviatil-limnischen Standort sind die Blattgestalten aus dem Formenkreis Quercus pseudocastanea und Q. kubinyii, die unter den fossilen Überresten gleichaltriger Sumpfwälder bisher nicht gefunden wurden (KOVAR-EDER et al. 1996).

Bezeugt durch den nur leicht verfalteten oder beschädigten Zustand der Wollbacher Blattfossilen war der Einbettungsort nicht allzu weit vom Standort der Gewächse entfernt. Dabei handelt sich mit der Ausnahme von *Buxus* um laubwerfende Gehölze, Reste krautiger Pflanzen konnten bis auf wenige Fruchtabdrücke von *Stratiotes* sp. nicht gefunden werden. Eine Wollbacher Besonderheit ist die große Stückzahl der Blättchen von *Buxus pliocaenica*. Hierbei kann auf ein vorangegangenes traumatisches Ereignis geschlossen werden: Möglicherweise sind durch Starkwind Zweige dieser immergrünen Pflanze abgerissen und später durch Wind- oder Wassertransport entlaubt worden.

Die Komposition der Wollbacher Makroflora (Abb. 10) verweist auf ein warm-temperiertes und feuchtes Klima, wie es in großen Teilen Mitteleuropas gleichermaßen im oberen Miozän und unteren Pliozän verwirklicht war (BRUCH et al. 2006; MAI 2007; UHL et al. 2007; THIEL et al. 2012; UTEscher et al. 2017). Klimatisch war der kontinentale Standort der Wollbacher Gewächse allerdings nicht so begünstigt wie im Verbreitungsgebiet der südlicher gelegenen obermiozänen pannonischen Floren. Durch die paläogeographischen Umstände des pannonischen Sees gab es dort mildere Winter und eine geringere Saisonalität der Temperaturen.

10. Versuch einer phytostratigraphischen Einordnung

Unter dem Diktum der oberpliozänen Einstufung aller Ostheim-Sedimente im östlichen Vorland der Rhön sollte die Wollbacher Makroflora mit oberpliozänen (Piacenzi-

9. Hinweise zu Standort, Taphonomie und Klima

Das sedimentologische Inventar der Sandgrube Wollbach verweist als Standort der Makroflora auf einen flussbegleitenden Auewald. Als finaler Einbettungsort ist an einen kleinräumigen Altwassersee, entstanden aus einem abgeschnürten Mäanderbogen, oder an einen stehenden trüben Wasserkörper zu denken, wo sich die Tonpartikel, etwa nach einem temporären Hochwasserereignis, bei wenig Bewegung sedimentieren konnten. Ganz

Fossile Blätter: Monocotyledonae gen. et. sp. indet. Buxaceae Buxus pliocaenica Cercidiphyllaceae Cercidiphyllum sp. Hamamelidaceae Parrotia pristina UImaceae Ulmus carpinoides Ulmus pyramidalis Zelkova zelkovaefolia Abdrücke fossiler Fi	Fagaceae Castanea atavia Quercus cf. kubinyii Quercus pseudocastanea Juglandaceae Pterocarya paradisiaca Carya sp. Juglans acuminata Betulaceae Betula sp. Alnus kefersteini Alnus ducalis Carpinus grandis Carpinus cuspidens rüchte und Samen:	Cannabaceae Celtis trachytica Salicaceae Populus sp. Sapindaceae Acer subcampestre Acer pseudomiyabei Acer integrilobum Aesculus hippocastanoides Eucommiaceae Eucommia szaferi Angiospermae incertae familiae Dicotylophyllum sp.
Pinus sp.	Ulmus sp.	Carpinus grandis
Stratiotes sp.	Querque en	Acer sp.
Buxus sp.	Quercus sp.	Tilia sp.
Cercidiphyllum helvet	icum Pterocarya sp.	Eucommia europaea

Abb. 10: Florenliste der Wollbacher Pflanzenfossilien.

um), präziser mit Reuverium-zeitlichen Floren vergleichbar sein. Hierzu sind exemplarisch die gut definierten Floren von Berga in Thüringen (MAI & WALTHER 1988; KNOBLOCH 1992) oder von Willershausen (KNOBLOCH 1992, 1998) geeignet. Als ein Charakteristikum zeigt sich in den Reuverium-zeitlichen Makrofloren zum ersten Mal das vermehrte Vorhandensein von gelappten roburoiden Eichenblättern, die aber in den mitteleuropäischen Miozänfloren noch weitgehend unbekannt sind (KNOBLOCH 1992: 10). Roburoide Blattformen fehlen trotz größerer Stückzahlen von Eichenblättern in der Wollbacher Flora. Vertreten sind vielmehr ausschließlich gezähnte oder spitzrandige Eichenblätter des Morphotypus Quercus kubinvii, Q. pseudocastanea oder Castanea atavia, die zwar noch in den Reuverium-zeitlichen Floren auftreten können, in größeren Stückzahlen und in großer Formenvielfalt jedoch für obermiozäne Blattfloren typisch sind (KNOBLOCH 1986: 38). Allerdings ist zu beklagen, dass diese Blattformen taxonomisch bislang nur unscharf von einander abgegrenzt werden können (siehe u.a. Striegler 1992). Zudem wurde durch eine Flut von neuen Taxa dieser Formenkreis unnötig erweitert (KOVAR-EDER 1988: 35). Blattgestalten des Morphotypus Q. pseudocastanea/Q. kubinyii gehören in der Wollbacher Makroflora zu den zahlreichsten Blattabdrücken, vergesellschaftet mit großen Eichenfrüchten und Eichen-Fruchtbechern, wie sie ebenfalls aus obermiozänen Floren bekannt geworden sind.

Ein weiteres starkes Indiz für eine Zuordnung in das jüngste Obermiozän sind die eigentümlichen Blätter von *Alnus ducalis*. Erstmals zusammen mit *Quercus pseudocastanea* im europäischen Mittelmiozän auftretend (Kovar-Eder et al. 1996: 406; Kovar-Eder & Teodoritis 2018), kommt *A. ducalis* vorrangig in den Blattfloren des Messinium im späten Miozän vor, ist aber gelegentlich in geographisch südlich gelegenen Lokalitäten noch im frühen Pliozän vertreten (Kovar 1986; Kovar-Eder et al. 1996, 2006; ausführliche Synonymliste in Kovar-Eder 1988: 40). *A. ducalis* gilt als dominante Art für das Pontium des Wiener Beckens (KNOBLOCH 1998: 110).

Besondere phytostratigraphische Beachtung verdient das Florenelement *Acer pseudomiyabei*, das aus der sarmatischen Flora von Krynka bei Rostow am Don bekannt geworden (KRYSHTOFOVICH & BAIKOVSKAJA 1965) und in größeren Stückzahlen ebenfalls in der Wollbacher Blattflora zu Tage gekommen ist. Ähnlich gestaltete Ahornblätter wurden auch in der Frankfurter Klärbeckenflora beobachtet. Sie sind dort als *A. palaeomiyabei* bezeichnet worden (Mädler 1939).

Über erste Resultate der aus Wollbach geborgenen Pflanzenreste wurde 1995 berichtet (KELBER in RUTTE & WIL-CZEWSKI 1995: 74). Sodann wurden in vorläufigen Mitteilungen Pflanzentaxa aufgelistet (KELBER 1980, 1988) Schon damals konnte aufgrund der Komposition der Florenelemente die Ähnlichkeit mit pontischen oder pannonischen (obermiozänen) Floren festgestellt werden (KEL- BER 1988). MARTINI et al. (1994) prägten nachfolgend in einer regionalen stratigraphischen Übersicht den Begriff der im obersten Miozän stehenden "Wollbachschichten". KNOBLOCH (1992, 1998) ging ausführlicher auf die Wollbach-Flora ein und bestätigte die phytostratigraphische Signifikanz von Alnus ducalis und den Formenkreis der gezähnten oder stachelspitzigen Eichenblätter vom Typus Quercus pseudocastanea/Q. kubinyii. Ein Berührungspunkt zur diversen Frankfurter Klärbeckenflora scheint insbesondere durch die Wollbacher Acer- und Eucommia-Reste erkennbar zu sein, weswegen KNOBLOCH ein gleiches Alter der Wollbacher Flora nicht ausschließt. Allerdings bewegte sich die Alterseinstufung der Frankfurter Klärbeckenflora im Fortgang ihrer Bearbeitungen zwischen Obermiozän und Oberpliozän (Reuverium), KNOBLOCH favorisierte ein eher unterpliozänes als ein obermiozänes Alter (KNOBLOCH 1992: 15). Eine neuere Bearbeitung stellt die Frankfurter Flora wieder in das späte Pliozän, ebenfalls wird dort über den chronologisch wechselhaften Weg der stratigraphischen Einstufungen berichtet (KVAČEK et al. 2019).

Mittlerweile ist die Einschätzung des Wollbacher Florenbildes mit seiner unverkennbaren Affinität zu pontischen oder pannonischen (obermiozänen) Floren in nachfolgenden Übersichtsarbeiten und Einschätzungen übernommen worden (GÜMBEL & MAI 2004; MAI 2007).

11. Anmerkungen zur Stratigraphie

Das Vorkommen der Ostheimer Mastodonten Anancus arvernensis, Mammut borsoni und des Tapirs Tapirus arvernensis war auf einer variablen Skala der möglichen biostratigraphischen Datierung bislang nur auf die allerjüngst-mögliche Einstufung in das "Oberpliozän" fokussiert.

Diese Großsäuger-Taphozönose kann einer biostratigraphischen Einstufung Gewicht verleihen, plausibel besonders dann, wenn sie mit progressiveren Faunenelementen, beispielsweise den Resten von Lemmingen vergesellschaftet ist und deshalb, wie in der Lokalität Wölfersheim überzeugend geschehen, in das Untere Pliozän (Säugetierzone MN 15b) eingestuft werden konnte (FEJFAR & REPENNING 1998).

Jeder der drei Großsäuger tritt indes in den fossilen Aufzeichnungen Europas zum ersten Mal schon im Miozän auf: Dies gilt sowohl für *Tapirus arvernensis* (VAN DER MADE & STEFANOVIC 2006; MAISCH 2014) als auch für *Anancus arvernensis* und *Mammut borsoni* (GöHLICH 1999; VAN DER MADE 2010; MAZO & VAN DER MADE 2012). Weiterhin ist anzumerken, dass sich in den letzten Jahrzehnten die Zeitbeträge in der chronostratigraphischen Kalibrierung des Neogens erheblich verändert haben (Deutsche Stratigraphische Kommission 2016). Die Grenze Miozän/Pliozän liegt aktuell bei 5,3 Ma, das Gelasium wurde dem Quartär zugeschlagen und das Pliozän

ist auf eine Dauer von nur 2,7 Ma. geschrumpft; hingegen umfasst das Obermiozän (Tortonium bis Messinium) indessen die beachtliche Zeitspanne von 6,3 Ma.

Ausdruck der stratigraphischen Diskrepanz zwischen den Fossilbestimmungen von Ostheim und Wollbach ist der gegenwärtig in der regionalen Stratigraphie verwendete Begriff "Wollbach-Schichten" oder "Wollbach Formation" (SCHRÖDER 1993; MARTINI et al. 1994; GÜMBEL & MAI 2002, 2004; MAI 2007; PETEREK & SCHRÖDER 2012). Vielleicht gelingt es zukünftig, durch Neufunde oder durch Revisionen schon vorhandener Fossilien – besonders den schon weit über hundert Jahre alten Bestimmungen der Großsäuger aus Ostheim – Wollbach- und Ostheim-Schichten schärfer stratigraphisch zu fassen oder diese miteinander zu korrelieren.

Dank

Der Firma Sandbaggerei Gebr. Josef und Robert Härder, Wollbach, sei für den Zugang zur Sandgrube herzlich gedankt. Für regionale Auskünfte und zeitweilige Hilfe bei der Fossilbergung danke ich Herrn Hubert Wohlfromm, Niederlauer, sehr herzlich.

Literatur

- ADAM, K.D. (1985): Das Vorkommen des Buchsbaumes in den Cannstatter Sauerwasserkalken: ein Beitrag zur Kenntnis der mittelpleistozänen Flora Südwestdeutschland. – Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, B, 115: 1-29.
- ANDREANSZKY, G. (1959): Die Flora der sarmatischen Stufe in Ungarn. 360 S.; Akademiai Kiado, Budapest.
- APG IV. (2016): An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants: APG IV. – Botanical Journal of the Linnean Society, **181**: 1-20.
- BAAS, J. (1932): Eine frühdiluviale Flora im Mainzer Becken. Zeitschrift für Botanik, 25: 289-371.
- BARRÓN, E., AVERYANOVA,A., KVAČEK, Z., MOMOHARA, A. PIGG, K.B., POPOVA, S., POSTIGO-MIJARRA, J.M., TIFFNEY, B.H., UTESCHER, T & ZHOU, Z.K. (2017): The fossil history of *Quercus*. – In: Gil-Pelegrín, E., Peguero-Pina, J.J. & Sancho-Knapik, D. (Hrsg.): Oaks Physiological Ecology: Exploring the Functional Diversity of Genus Quercus L. – S. 39-105; Springer.
- BERGER, W. (1952): Die altpliozäne Flora der Congerienschichten von Brunn-Vösendorf bei Wien – Palaeontographica, B, 92: 79-121.
- BERGER, W. (1953): Studien zur Systematik und Geschichte der Gattung Carpinus. – Botaniska Notiser, 1: 1-47.
- BERGER, W. & ZABUSCH, F. (1953): Die obermiozäne (sarmatische) Flora der Türkenschanze in Wien. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, 98: 226-276.
- BERGER, W. (1955a): Nachtrag zur altpliozänen Flora der Congerienschichten von Brunn-Vösendorf bei Wien – Palaeontographica, B, 97: 75-80.
- BERGER, W. (1955b): Die altpliozäne Flora des Laaerberges in Wien. Palaeontographica, B, 97: 81-113.
- BLANCKENHORN, M. (1939): Das Pliozän in den Flußgebieten der Streu, Fulda, Haune, Schwalm und mittleren Lahn. – Abhandlungen der preußisch geologischen Landesanstalt, Neue Folge, 189: 1-63.
- BOLDT, K.-W. (2001): Känozoische Geomorphogenese im nordöstlichen Mainfranken. Formung im globalen Wandel des klimatisch-strukturellen Wirkungsgefüges. – Würzburger Geographische Arbeiten, 96: 1-405.
- BRANIEK, G. (1995): Fundstellen oberpliozäner Säugetiere im Vorland der Rhön. – Jahresberichte der Wetterauischen Gesellschaft für die Naturkunde, 146/147: 195-206.
- BRUCH, A.A., UTESCHER, T., MOSBRUGGER, V., GABRIELYAN, I. & IVANOV, D.A. (2006): Late Miocene climate in the circum-Alpine realm—a

quantitative analysis of terrestrial palaeofloras. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **238**: 270-280.

- BUTTNER, G. (1988): Die Rhön Vorland Schotter; Analyse eines ehemaligen Flusssystems. – Naturwissenschaftliches Jahrbuch Schweinfurt, 6: 119-152.
- BŮŽEK Č., KVAČEK Z., & MANCHESTER S.R. (1989): Sapindaceous affinities of the *Pteleaecarpum* fruits from the Tertiary of Eurasia and North America. – Botanical Gazette, **150**: 477-489.
- CALL, V.B. & DILCHER, D.L. (1997): The fossil record of *Eucommia* (Eucommiaceae) in North America. American Journal of Botany, 84: 798-814.
- CRAMER, P. (1954): Das Perm in Nordwestbayern. S. 24-35. In: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 5000 000. (Bayerisches Geologisches Landesamt), München.
- CRAMER, P. (1955): Bericht über die 76. Tagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins vom 12. bis 16. April in Bad Kissingen. – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, Neue Folge, **37**, S. V-XVII.
- DENK, T., GÜNER, T.H., KVAČEK, Z. & BOUCHAL, J.M. (2017): The early Miocene flora of Güvem (Central Anatolia, Turkey): a window into early Neogene vegetation and environments in the Eastern Mediterranean. Acta Palaeobotanica, 57: 237-338.
- Deutsche Stratigraphische Kommission (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016. – STD 2016 – Menning, M. & Hendrich, A. (Hrsg.). (Geoforschungszentrum), Potsdam.
- DUPHORN, K.D (1961): Sedimentologische Untersuchung der plio-pleistozänen Grenzschichten im östlichen Vorland der Hohen Rhön. – Dissertation, 69 S.; Universität Würzburg.
- EBERLE, J., EITEL, B., BLÜMEL, W.D. & WITTMANN, P. (2010): Deutschlands Süden vom Erdmittelalter bis zur Gegenwart. – 2. Auflage, 192 S.; (Spektrum Akademischer Verlag) Heidelberg.
- FEIFAR, O. & REPENNING, C.A. (1998): The ancestors of the lemmings (Lemmini, Arvicolinae, Cricetidae, Rodentia) in the early Pliocene of Wölfersheim near Frankfurt am Main; Germany. – Senckenbergiana lethaea, 77: 161-193.
- FERGUSON, D.K. (1971): The Miocene Flora of Kreuzau, Western Germany I. The leaf-remains. Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Afddeling Natuurkunde, Tweede Reeks, 60, 1-297.
- GABRIELYAN, I. & KOVAR-EDER, J. (2011): The genus Acer from the lower/middle Pleistocene Sisian formation, Syunik region, south Armenia. – Review of Palaeobotany and Palynology, 165: 111-134.
- GEISSERT, F. (1979):Interglaziale Fossilien aus Bohrungen in der elsässischen Rheinebene. – Mitteilung des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, N.F., 12: 11-16.
- GEISSERT, F., MÉNILLET, F. & FARJANEL, G. (1979): Neue Fossilfunde im Pliozän der Hagenauer Terrasse. – Mitteilung des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, N.F., 12: 17-27.
- GEYER, G. (2002): Geologie von Unterfranken und angrenzenden Regionen. – Fränkische Landschaft. Arbeiten zur Geographie von Franken, 2: 1-588; (Klett-Perthes), Gotha.
- GEYER, G. & BUSCHE, D. (2014): Die neogene Dürrnberg-Formation (neu) im nördlichen Franken und ihre Bedeutung für die morphologische Entwicklung und die Klimageschichte an der Haßberge- und Steigerwald-Stufe. – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, 96: 379-405.
- GOHLICH, U.B. (1999): Order Proboscidea. S. 57-75; In: Rossner, G. & Heissig K. (Hrsg.): The Miocene Land Mammals of Europe. (F. Pfeil), München.
- GOPPERT, H.R. (1855): Die tertiäre Flora von Schossnitz in Schlesien. 52 S.; (Heyn'sche Buchhandlung (E. Remer)), Görlitz.
- GREGOR, H.-J. (1982): Die Jungtertären Floren Süddeutschlands. 278 S.; (Enke Verlag), Stuttgart.
- GREGOR, H.-J. (1986): Die Früchte und Samen aus der Oberen Süßwassermolasse von Achldorf (Vilsbiburg, Niederbayern). Documenta Naturae, 30: 49-59.
- GUMBEL, F. & MAI, D.H. (2002): Neue Pflanzenfunde aus dem Tertiär der Rhön. – Teil 1: Miozäne Fundstellen. – Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin, Geowissenschaftliche Reihe, 5: 345-384.

- GUMBEL, F. & MAI, D.H. (2004): Neue Pflanzenfunde aus dem Tertiär der Rhön – Teil 2: Pliozäne Fundstellen. – Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin, Geowissenschaftliche Reihe, 7: 175-220.
- GUMBEL, F. & MAI, D.H. (2007): Neue Pflanzenfunde aus dem Tertiär der Rhön – *Buzekia tertiaria* (Weyland) Manchester und die fossile Karpoflora vom Dietrichsberg bei Vacha. – Beiträge zur Geologie von Thüringen, Neue Folge, **14**: 147-185.
- GUMBEL, F. (2019): Fossilien der Rhön. Mitteilungen aus dem Biosphärenreservat Rhön, 10: 1-220.
- HABLY, L. (2013): The Late Miocene flora of Hungary. Geologica Hungarica, Series Palaeontologica, 59: 1-175.
- HANTKE, R. (1954): Die fossile Flora der obermiozanen Oehninger-Fundstelle Schrotzburg (Schienerberg, Süd-Baden). – Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Zürich, 80: 1-118.
- HANTKE, R. (1993): Flussgeschichte Mitteleuropas. 460 S.; (Enke Verlag), Stuttgart.
- JUNG, W. (1963): Blatt- und Fruchtreste aus der Oberen Süßwassermolasse von Massenhausen, Kreis Freising (Oberbayern). – Palaeontographica, B, 12: 123-166.
- JUNG, W. (1966): Carpinus-Fruchtreste (C. tschonoskii-Gruppe) aus dem südbayerischen Jungtertiär. – Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, **79**: 373-376.
- JUNG W. (1968): Pflanzenreste aus dem Jungtertiär Nieder- und Oberbayerns und deren lokalstratigraphische Bedeutung. – Berichte des naturwissenschaftlichen Vereins Landshut, 25: 43-72.
- KAHLKE, R.D. (1995): Die Abfolge plio-pleistozäner Säugetierfaunen in Thüringen (Mitteldeutschland). – Cranium, 12: 5-18.
- KARL, H.-V., REICH, M. & STRIETZEL, T. (2013): Die Mastodontenreste im Subherzyn und ein Neufund von *Mammut borsoni* Kerr, 1792 in einer oberpliozänen Spaltenfüllung Thüringens. – Neue Ausgrabungen und Funde in Thüringen, 7: 21-31.
- KELBER, K.-P. (1980): Blatt- und Fruchtreste aus dem Jungtertiär von Wollbach, Unterfranken. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 42: 40-42.
- KELBER, K.-P. & GREGOR, H.-J. (1987): Makrofloren aus dem Tertiär der Langen Rhön: Erste Ergebnisse von Neuaufsammlungen. – Documenta Naturae, 41: 11-13.
- KELBER, K.-P. (1988): Exkursionspunkt 1: Sandgrube Wollbach bei Bad Neustadt - Die Taphoflora von Wollbach.– In: Giessner, K., Baumhauer, R., Kelber, K.-P. & Rössner, U. (Hrsg.): Führer zur Exkursion C, Rhön und Vorländer. – DEUQUA, 24. Tagung, S. 20-24, Hannover.
- KNOBLOCH, E. (1968): Bemerkungen zur Nomenklatur tertiärer Pflanzenreste. – Acta Musei Nationalis Pragae, B, 24: 121-152.
- KNOBLOCH, E. (1969): Tertiäre Floren von M\u00e4hren. Moravsk\u00e9 Museum Brno, 181 S.; Brno.
- KNOBLOCH, E. (1981): Pflanzenreste aus dem Tertiär von Horn. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien, 1981: 59-71.
- KNOBLOCH, E. (1986): Die Flora aus der Oberen Süßwassermolasse von Achldorf bei Vilsbiburg (Niederbayern). – Documenta Naturae, 30: 14-48.
- KNOBLOCH, E. (1988): Neue Ergebnisse zur Flora aus der Oberen Süßwassermolasse von Aubenham bei Ampfing (Krs. Mühldorf am Inn). – Documenta Naturae, 42: 1-27.
- KNOBLOCH, E. (1992): Charakteristik und gegenseitige Beziehungen einiger Floren aus dem Obermiozän und Pliozän von Europa. – Documenta Naturae, 70: 6-29.
- KNOBLOCH, E. (1998): Der pliozäne Laubwald von Willershausen am Harz (Mitteleuropa). – Documenta Naturae, **120**: 1-302.
- KOVAR, J. (1986): Erste Ergebnisse vergleichender floristischer Untersuchungen an miozänen Floren der alpinen Molasse und des pannonischen Raumes (Wiener Becken und angrenzende Gebiete). – Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 86: 205-217.
- KOVAR-EDER, J. (1988): Obermiozäne (Pannone) Floren aus der Molassezone Österreichs. –Beiträge zur Paläontologie von Österreich, 14: 19-121.
- KOVAR-EDER, J., HABLY, L. & DEREK, T. (1995): Neuhaus/Klausenbach eine miozäne (pannone) Pflanzenfundstelle aus dem südlichen Burgenland. – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **138**: 321-347.

- KOVAR-EDER, J., KVAČEK, Z., ZASTAWNIAK, E., GIVULESCU, R., HABLY, L., MIHAJLOVIC, D., TESLENKO, J. AND WALTHER, H. (1996): Floristic Trends in the Vegetation of the Paratethys Surrounding Areas During Neogene Time. – In: Bernor, R.L., Fahlbusch, V. &, Mittmann, H.-W. (Hrsg.): The Evolution of Western Eurasian Neogene Mammal Faunas. (Columbia University Press), New York.
- KOVAR-EDER, J., KVAČEK, Z., STRÖBITZER-HERMANN, M. (2004): The Miocene flora of Parschlug (Styria, Austria)—revision and synthesis. – Annalen des Naturhistorischen Museums Wien, A, 105: 45-159.
- KOVAR-EDER, J. & HABLY L. (2006): The flora of Mataschen a unique plant assemblage from the Late Miocene of Eastern Styria (Austria). – Acta Palaeobotanica, 46: 157-233.
- KOVAR-EDER, J., KVAČEK, Z., MARTINETTO, E. & ROIRON, P. (2006): Late Miocene to Early Pliocene vegetation of southern Europe (7–4 Ma) as reflected in the megafossil plant record. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 238: 321-339.
- KOVAR-EDER, J. & TEODORIDIS, V. (2018): The Middle Miocene Central European plant record revisited; widespread subhumid sclerophyllous forests indicated. – Fossil Imprint, 74: 115-134.
- KRÄUSEL, R. (1920): Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs. Jahrbuch der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt [für 1917], 38: 1-338.
- KRYSHTOFOVICH, A.N. & BAIKOVSKAJA, T.N. (1965): Sarmatskaya flora Krynki (Die sarmatische Flora von Krinka) – 136 S. [in Russisch]; Moskva-Leningrad (Nauka).
- KVAČEK, Z., BUZEK, C. & HOLY, F. (1982): Review of *Buxus* fossils and a new large-leaved species from the Miocene of Central Europe. Review of Palaeobotany and Palynology, **37**: 361-394.
- KVAČEK, Z., TEODORIDIS, V. & GREGOR, H.J. (2008): The Pliocene leaf flora of Auenheim, Northern Alsace (France). – Documenta Naturae, 155: 1-108.
- КVAČEK, Z., TEODORIDIS, V. & DENK, T. (2019): The Pliocene flora of Frankfurt am Main, Germany: taxonomy, palaeoenvironments and biogeographic affinities. – Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments, 100: 647-703.
- MACOVEI, G. & GIVULESCU, R. (2006): The present stage in the knowledge of the fossil flora at Chiuzbaia, Maramureş, Romania. – Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 1: 41-52.
- MÄDLER, K. (1939): Die pliozäne Flora von Frankfurt am Main. Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, 446: 1-202.
- MAGALLÓN-PUEBLA, S. & CEVALLOS-FERRIZ, R.S. (1994): Eucommia constans n. sp. fruits from Upper Cenozoic strata of Puebla, Mexicomorphological and anatomical comparison with Eucommia ulmoides Oliver. – International Journal of Plant Sciences 155: 80-95.
- MAI, D.H. (1983): Studien an Endocarpien europäischer und westasiatischer Arten der Gattung Acer L. (Aceraceae). – Gleditschia, 10: 37-57.
- MAI D.H. & WALTHER, H. (1988): Die pliozänen Floren von Thüringen, Deutsche Demokratische Republik. – Quatärpaläontologie, 7: 55-297.
- MAI, D.H. (1989): Die fossile Flora des Blättertons von Wischgrund und anderen gleichaltrigen Fundstellen der Klettwitzer Hochfläche. 2. – Natur und Landschaft im Bezirk Cottbus, 11: 3-44.
- MAI, D.H. (2007): The floral change in the Tertiary of the Rhön mountains. – Acta Palaeobotanica, **47**: 135-143.
- MAISCH, M.W. (2014): Mammalian remains (Mammalia: Perrissodactyla, Proboscidea) from the Late Miocene Kaisiynitsa Formation of the Beli Breg Basin (Bulgaria). – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, 272: 109-114.
- MARTINI, E., ROTHE, P., KELBER, K.-P. & SCHILLER, W. (1994): Sedimentäres Tertiär der Rhön (Exkursion I am 9. April 1994). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **76**: 219-244.
- MARTINI, E. (2011): Rhön. In: Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland IX. Tertiär, Teil 1. – Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 75: 279-287.
- MAZO, A.V. & VAN DER MADE, J. (2012): Iberian mastodonts: geographic and stratigraphic distribution. – Quaternary International, 255: 239-256.

- MELLER, B. (1989): Eine Blatt-Flora aus den obermiozänen Dinotheriensanden (Vallesium) von Sprendlingen (Rheinhessen). Documenta Naturae, 54, 1-109.
- MENSCHING, H. (1960): Periglazial-Morphologie und quartäre Entwicklungsgeschichte der Hohen Rhön und ihres östlichen Vorlandes. – Würzburger geographische Arbeiten, **7**: 1-39.
- MÜLLER-STOLL, W.R. (1936): Zur Kenntnis der Tertiärflora der Rhön. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland, 1: 89-128.
- PETEREK, A. & SCHRÖDER, B. (2012): Etappen der Landschaftsgeschichte – Heldburger Gangschar und Umfeld. – Beiträge zur Geologie von Thüringen, Neue Folge, 19: 97-114.
- POSCHMANN, M., WEDMANN, S., SCHINDLER, T. UHL, D. & WUTTKE, M. (2015): Eine Arthropoden/Pflanzen-Taphozönose aus einem pliozänen Kratersee bei Ruppach-Goldhausen, Westerwald, (Rheinland-Pfalz, SW-Deutschland). – Mainzer naturwissenschaftliches Archiv, 52: 103-117.
- REIMANN, H. (1920): Betulaceen und Ulmaceen. In: Kräusel, R. (Hrsg.): Die Pflanzen des schlesischen Tertiär. – Jahrbuch der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt [für 1917], 38: 4-96.
- RUTTE, E. & WILCZEWSKI, N. (1995): Mainfranken und Rhön. Sammlung Geologischer Führer, 74, 232 S.; 3. Auflage, (Gebr. Borntraeger), Berlin-Stuttgart.
- SAPORTA, G., & MARION, A. F. (1872): Recherches sur les végétaux fossils de Meximieux. – Archives de Musée d'Histoire Naturelle de Lyon, 1: 131-335.
- SCHIRMER, W. (2014): Moenodanuvius Flussweg quer durch Franken. – Natur und Mensch, Jahresmitteilungen der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg für 2013: 89-146.
- SCHRÖDER, B. (1993): Morphotektonik am Nordrand der Süddeutschen Scholle – Rhön/Grabfeld als Beispielsgebiet. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, 189: 289-300.
- SCHRÖDER, B. & PETEREK, A. (2002): Känozoische Morphotektonik und Abtragung zwischen Hochrhön und Heldburger Gangschar. – Zeitschrift für Geologische Wissenschaften, **30**: 263-276.
- SCHWEIGERT, G. (2014): Im Fokus der Buchsbaum. Fossilien, 31: 26-29.
- SITÁR, V. (1973): Die fossile Flora sarmatischer Sedimente aus der Umgebung von Močiar in der mittleren Slowakei. – Acta Geologica et Geographica Universitatis Comenianae, Bratislava, Geologica, 26: 5-85.
- STRIEGLER, U. (1985): Die fossile Flora des Blättertons vom Wischgrund, Teil 1. – Natur und Landschaft im Bezirk Cottbus, 7: 3-35.
- STRIEGLER, U. (1992): Bemerkungen zu den Eichenblättern des Blättertons von Wischgrund (Miozän, Niederlausitz) – Vorläufige Mitteilung. – Documenta Naturae, 70: 54-61.
- STRIEGLER, U. (2017): Die obermiozäne Flora des Blättertons von Wischgrund und anderer gleichaltriger Fundstellen der Klettwitzer Hochfläche (Niederlausitz, Land Brandenburg, Deutschland). Peckiana, 12: 1-151. Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz.

- STRÖBITZER, M. (1999): Die fossilen Blattvergesellschaftungen von Lintsching (Tamsweger Becken, Salzburg, Miozän). – Beiträge zur Paläontologie, Wien, 24: 91-153.
- SZAFER, W. (1952): Rodzina Eucommiaceae w trzeciorzedzie europejskim (The family Eucommiaceae in the Tertiary of Europe [in Polnisch mit englischer Zusammenfassung]. – Kosmos, Series A, 66: 378-409.
- SZAFER, W. (1961): Miocenska flora ze Starych Gliwic na Slasku (Miocene flora from Stare Gliwice in Upper Silesia). – Instytut Geologicyny Prace, 33: 5-205.
- THIEL, C. KLOTZ, S. & UHL, D. (2012): Palaeoclimate estimates for selected leaf floras from the late Pliocene (Reuverian) of Central Europe based on different palaeobotanical techniques. – Turkish Journal of Earth Sciences, 21: 263-287.
- TRAUTWEIN, J. & GREGOR, H.-J. (1989): Der Erstnachweis von Eucommia europaea M\u00e4deler in der Oberen S\u00fc\u00e5wasser-Molasse von Bayern (Hilpoldsberg, Krs. Augsburg). – Documenta Naturae, 46: 52-54.
- UHL, D., KLOTZ, S., TRAISER, C., THIEL, C., UTESCHER, T., KOWALSKI, E. & DILCHER, D.L. (2007): Cenozoic paleotemperature and leaf physognomy — a European perspective. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 248, 24-31.
- UTESCHER, T., ERDEI, B., HABLY, L. & MOSBRUGGER, V. (2017): Late Miocene vegetation of the Pannonian Basin. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 467: 131-148.
- VAN DER BURGH, J. (2001): Changes in the leaves of Fagaceae during the Late Miocene and Pliocene in the Lower Rhine embayment. – Acta Palaeobotanica, 41: 283-297.
- VAN DER MADE, J. & STEFANOVIC, I. (2006): A small tapir from the Turolian of Kreka (Bosnia) and a discussion on the biogeography and stratigraphy of the Neogene tapirs. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, 240: 207-240.
- VAN DER MADE, J. (2010): The evolution of the elephants and their relatives in the context of a changing climate and geography. S. 340-360; In: Meller, H. (Hrsg.): Elefantenreich – Eine Fossilwelt in Europa. Halle/Saale.
- VELITZELOS, E. & KVAČEK, Z. (1999): Review of the late Miocene flora of Vegora, western Macedonia, Greece. – Acta Palaeobotanica, Supplement 2: 419-427.
- WALTHER, H. (1972): Studien über tertiäre Acer Mitteleuropas. Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, 19: 1-309.
- WALTHER, H., & EICHLER, B. (2010): Die Neogene Flora von Ottendorf-Okrilla bei Dresden. – Geologica Saxonica, 56: 193-234.
- WANG, Y.-F., LI, C.-S., COLLINSON, M.E., LIN, J. & SUN, Q.-G. (2003): Eucommia (Eucommiaceae), a potential biothermometer for the reconstruction of paleoenvironments. American Journal of Botany, 90: 1-7.
- WOROBIEC, G. & SZYNKIEWICZ, A. (2016): Neogene wetland vegetation based on a leaf assemblage from the Belchatów Lignite Mine (Central Poland). Acta Palaeobotanica, 56: 441-497.
- WOROBIEC, G. & WOROBIEC, E. (2019): Wetland vegetation from the Miocene deposits of the Bełchatów Lignite Mine (central Poland). – Palaeontologia Electronica, 22.3.63: 1-38.



Addendum: Fossile Blattabdrücke aus der Sandgrube Wollbach, mit einem Blatt von Alnus ducalis (Woll - 650).