

Mainzer naturwiss. Archiv	54	S. 65–81	1 Abb., 4 Taf.	Mainz 2017
---------------------------	----	----------	----------------	------------

Ein Beitrag zur oberoligozänen Makroflora von Norken (Westerwald, Rheinland-Pfalz, W-Deutschland)

PIA KRÜGER, KHUM PAUDAYAL, MICHAEL WUTTKE & DIETER UHL

Kurzfassung

Der vorliegende Bericht liefert einen ersten umfassenden Überblick über die oberoligozäne Makroflora von Norken (Breitscheid-Formation) im Westerwald. Hierfür stand Material aus der ehemaligen Braunkohlegrube Späth aus der Sammlung des Maarmuseums Manderscheid (Eifel) zur Verfügung. Die Bestimmung der Blattreste erfolgt nach der Blattmorphologie und dem Aderungsverlauf. Es können bisher 8 Familien und 7 Arten sicher bestimmt werden. Dominiert wird die artenarme Makroflora durch Blätter von *Acer tricuspidatum* BRONN und Zweigresten sowie Zapfen der europäischen Sumpffichte *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART) UNGER. In Übereinstimmung mit bisherigen Interpretationen lassen die Makroflora, aber auch erste Ergebnisse einer palynologischen Analyse, den Rückschluss auf eine Auwald-Gesellschaft an Standorten in der direkten Nähe des Ablagerungsortes zu. Weitere, seltenere Florenelemente deuten auf einen artenreichen Mixed Mesophytic Forest in einiger Entfernung vom Ablagerungsort hin.

Abstract

A contribution to the macroflora from the Late Oligocene of Norken (Westerwald, Rhineland-Palatinate, W-Germany)

The following report gives a first overview on the macroflora from the Oligocene of Norken (Breitscheid-Formation) in the Westerwald area. The study is based on material collected from the spoil heaps of the former lignite mine Späth in Norken, curated in the collections of the Maarmuseum Manderscheid (Eifel Mountains). The identification of the fossil leaves is based on leaf morphology and venation patterns. The flora consists so far of 8 families and 7 taxa which can be determined to species level. The species-poor macroflora is dominated by leaves of *Acer tricuspidatum* BRONN and twigs and cones of *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART) UNGER. In agreement with previous studies the macroflora, together with preliminary palynological results, supports the occurrence of a riparian forest in the direct vicinity of the depositional area. Other rare floral elements point to the existence of a species-rich mixed mesophytic forest some distance away from the depositional area.

Key words

Late Oligocene, Westerwald, macroflora, palynomorphs, riparian vegetation, mixed mesophytic forest

1. Einleitung

In Mitteleuropa ist das Oligozän charakterisiert durch eine markante Klimaverschlechterung (MAI 1995). Paläotropische Florenelemente verschwanden, bedingt durch eine klimatische Abkühlung, während an die veränderten Bedingungen besser angepasste, so genannte „arktotertiäre“ Formen dominierten und das Landschaftsbild prägten (z. B. MAI 1995, UHL et al. 2011).

Marine und terrestrische oligozäne Ablagerungen sind in verschiedenen Gebieten von Mitteleuropa aufgeschlossen. Bislang wurden aus diesen Ablagerungen zahlreiche Floren beschrieben (z. B. WEBER 1852, MAI 1995, WALTHER 1999, KVAČEK & WALTHER 2001, WINTERSCHIED 2006, KÖHLER & UHL 2014, NUNGESSER & UHL 2016).

Im Westerwald gibt es verschiedene oligozäne Fossilagerstätten, die mehr oder minder umfangreiche Floren geliefert haben (z. B.

WEBER 1852, STECKHAN 1973, UHL et al. 2011, KÖHLER & UHL 2014; Abb. 1). Vor allem die Fundstelle Enspel wurde in den letzten Jahren intensiv bearbeitet (z. B. SCHINDLER & WUTTKE 2010, 2015; WUTTKE et al. 2010, UHL & HERRMANN 2010, KÖHLER & UHL 2014, UHL 2014, 2015) während für andere Fundstellen im Westerwald nur vereinzelte neuere Arbeiten vorliegen (z. B. Bad Marienberg: UHL, 2017). Vorliegende Arbeit liefert einen ersten umfassenden Bericht zur Makroflora der etwa 7 km nördlich von Enspel gelegenen Fundstelle Norken (Abb. 1). Erste vorläufige Berichte über die Makroflora von Norken sind durch MÜLLER (1997) und UHL et al. (2011) bekannt gemacht worden. Diese Arbeiten zeigten vor allem, dass die Flora durch zwei Taxa dominiert wird: *Acer tricuspidatum* BRONN und *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART) UNGER. Diese Taxa sind typische Vertreter der oligozänen Auwald-Vegetation und passen zu dem anhand sedimentologischer

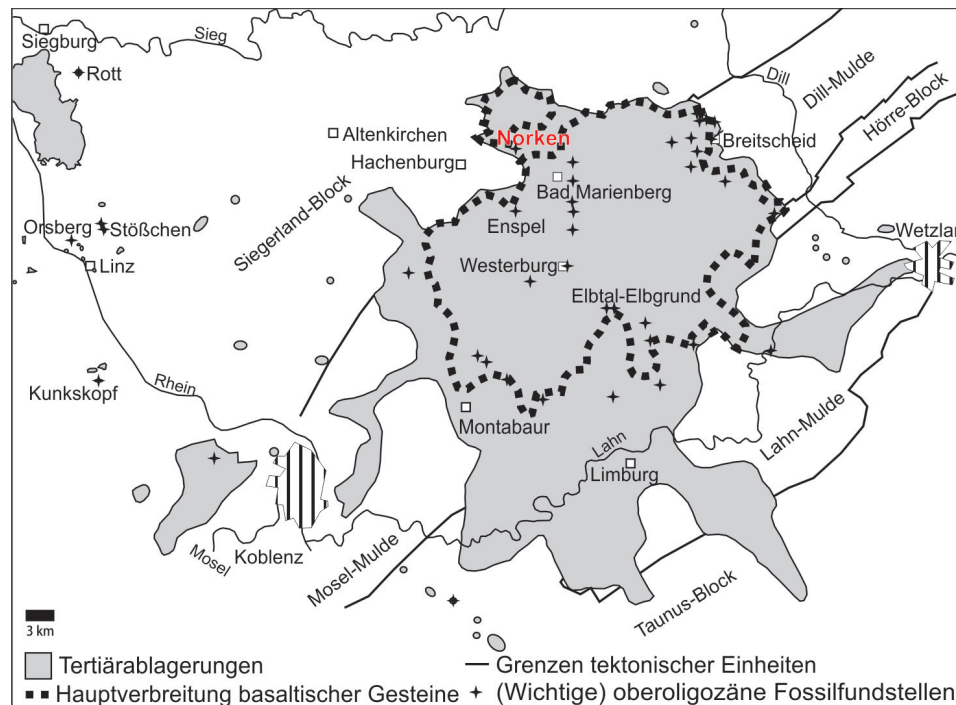


Abb. 1: Übersichtskarte der tertiären Ablagerungen im Westerwald mit den wichtigsten Fossilfundstellen (verändert nach SCHINDLER & WUTTKE 2010).

Befunde angenommenen Ablagerungsraum Sumpf bzw. See (UHL et al. 2011). Bereits MÜLLER (1997) beschrieb, dass die Pflanzenreste aus der Braunkohlegrube Späth überwiegend durch Ahorngewächse vertreten sind. In Norken gefundene Holzkohle kann als direkter Beweis von Vegetationsbränden angesehen werden und gehört taxonomisch vermutlich den Cupressaceae an (UHL et al. 2011). Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einen tiefergehenden Einblick in die Makroflora von Norken zu geben, um neue Erkenntnisse zur oligozänen Paläoflora des Westerwalds zu liefern, sowie bessere Vergleiche zur nahe gelegenen Fossilagerstätte Enspel ziehen zu können.

2. Geologischer Rahmen

Norken liegt westlich am Rand des Hohen Westerwaldes und gehört geologisch dem Rheinischen Schiefergebirge an (TK 25, Blatt 5313 Bad Marienberg), welches im Jungpaläozoikum während der variszischen Orogenese entstand. In postvariszischer Zeit bis zu Beginn des Tertiärs war das Gebiet des Westerwaldes Festland und die devonischen Gesteine unterlagen der Verwitterung und Abtragung (BAUMANN 1993). Unter subtropischen Klimabedingungen entstand eine tiefgründige Verwitterungsdecke (Kaolinisierung), deren Relikte südlich von Norken in Alpenrod sichtbar sind (UHL et al. 2011). Während des Oligozäns begann eine weiträumige Sedimentation, so dass Senken, Becken sowie tektonische Gräben mit bis zu 100 m mächtigen Ablagerungen gefüllt werden konnten. Dabei wurden geschichtete Tone, teils fossilreiche Schwarzpelite, und Braunkohle abgelagert (z. B. SCHÄFER et al. 2011, UHL et al. 2011). Im Oligozän kam es im Westerwald ebenfalls zu intensivem Vulkanismus. Im zentralen Hohen Westerwald befand sich ein Fördergebiet basaltischer Tuffe. Dort besitzen diese Tuffe auch ihre größte Mächtigkeit mit wenigen sedimentären Einschaltungen (SCHÄFER et al. 2011). Die in dieser Arbeit beschriebenen Fundstücke gehören der so genannten Breitscheid-Formation an, welche als eine laterale und vertikale Wechselfolge von Tuf-

fen, Tuffiten, siliziklastischen Sedimenten mit Einschaltungen von Braunkohle definiert ist (SCHÄFER et al. 2011). Basierend auf biostratigraphischen Daten und absoluten Datierungen wird die Formation ins Oberoligozän gestellt (SCHÄFER et al. 2011).

3. Material und Methodik

3.1 Material

Das hier vorgestellte Material stammt von der Bergehalde der ehemaligen Braunkohlegrube Späth. Es wird im Maarmuseum Manderscheid aufbewahrt (Inv.-Nr. MMM-2012-001 – MMM-2012-198).

Bei dem Fossilieninventar handelt es sich bis auf wenige Belege von Samen und Insektenresten um Blattfossilien, die in dieser Arbeit beschrieben werden. Die teilweise dichte Überlagerung einzelner Fossilien sowie die meist nur fragmentarische Erhaltung erschweren die Bestimmung der einzelnen Taxa. Versuche, Kutikulen von den Stücken zu isolieren, waren bislang nicht erfolgreich.

3.2 Methodik

Eine fotografische Dokumentation (mit einer Canon 1200D Digitalkamera) sowie die Inventarisierung der einzelnen Stücke fand am Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt statt. Detailfotos ausgewählter Objekte wurden mit Hilfe eines Leica Binokulars mit angeschlossener Leica EC3 Mikroskop-Kamera aufgenommen. Die Beschreibung der Blätter und Blattfragmente erfolgt nach den eingedeutschten Termini von HICKEY (1973) sowie dem „Manual of leaf architecture“ von ELLIS et al. (2009). Bei der systematischen Einteilung der Spermatophyta werden nach den Gymnospermen die Familien der Angiospermen in alphabetischer Reihenfolge beschrieben. Bei den quantitativen Merkmalen von Länge und Breite werden die beobachteten Minimal- bzw. Maximalwerte genannt. Für weitere Details wurde auf

moderne tertiärbotanische Arbeiten wie etwa MAI (1995), WALTHER (1999), KVAČEK & WALTHER (2004), WINTERSCHIED (2006), WALTHER & EICHLER (2010) und KÖHLER & UHL (2014) und darin zitierte Arbeiten zurückgegriffen. Zur Analyse der Palynomorphen wurden Sedimente der im September 2009 von der Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz im Bereich der Grube Späth abgeteufte Bohrung (vgl. UHL et al. 2011) am Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt mit Hilfe von palynologischen Standardmethoden aufgeschlossen und die darin befindlichen Pollen und Sporen isoliert (vgl. HERRMANN et al. 2009, 2010). Die hier vorgestellten Palynomorphen wurden dann mit der sogenannten *single-grain* Technik präpariert (vgl. ZETTER 1989, FERGUSON et al. 2007) und mit einem JEOL JSM 6490 LV Rasterelektronenmikroskop (REM) am Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt fotografisch dokumentiert.

4. Systematische Einordnung der Makroflora

Gymnospermae

Familie Cupressaceae

Gattung *Glyptostrobus* ENDL.

Während des Tertiärs war die Gattung mit 10-13 Arten als Sumpfpflanze auf der Nordhemisphäre weit verbreitet. Rezent beinhaltet diese Gattung eine Art im südlichen Teil von China. Sie wächst in Flussauen und Niederungen und ist im Wesentlichen ein subtropischer Typ (MAI 1995).

Glyptostrobus europaeus (BRONGNIART) UNGER
Taf. 1, Fig. A-B

1833 *Taxodium europaeum* BRONGNIART –
S. 168

1850a *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART)
UNGER – S. 435

2011 *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART)
UNGER: UHL et al. – S. 120, Abb. 4

Eine ausführliche Synonymie-Liste ist in
LEPAGE (2007) aufgeführt.

Von dieser Art sind dünne Zweigreste ($n = 29$) belegt. Die Nadelblätter sind schuppenförmig bis dachziegelartig (cupressoid) angeordnet. Die Nadeln sind maximal 3 mm lang und 0,7 mm breit. Vereinzelt ($n = 14$) sitzen an den Enden der Zweigreste die für das Taxon charakteristischen Zapfen.

Bemerkungen: Dieser typische Vertreter der tertiären Makroflora kommt in kohlebildenden Gesellschaften vor und ist ein Indikator für feuchte, sumpfige Standorte (STRÖBITZER 1999). Neben *Glyptostrobus* bilden auch *Sequoia* und *Taxodium* cupressoid beblätterte Zweige aus (KOVAR-EDER 1988). Das Vorliegen cupressoider Zweigreste mit den charakteristischen Zapfen gestattet eine Zuordnung zu *Glyptostrobus europaeus*. Nach *Acer tricuspidatum* BRONN kommt diese Art als zweithäufigstes Taxon in Norken vor. An der nahegelegenen Fundstelle Enspel ist diese Art bisher nicht nachgewiesen worden (vgl. KÖHLER & UHL 2014). An anderen Fundstellen in der Breitscheid-Formation ist die Art ebenfalls relativ häufig (KRÜGER & UHL, unveröffentlichte Ergebnisse).

Material (Zweige): MMM-2012-009, MMM-2012-018, MMM-2012-021, MMM-2012-022, MMM-2012-046, MMM-2012-050, MMM-2012-059, MMM-2012-062, MMM-2012-063, MMM-2012-064, MMM-2012-065, MMM-2012-067, MMM-2012-076, MMM-2012-077, MMM-2012-080, MMM-2012-081, MMM-2012-084, MMM-2012-088, MMM-2012-090, MMM-2012-107, MMM-2012-110, MMM-2012-113, MMM-2012-116, MMM-2012-121, MMM-2012-150, MMM-2012-156, MMM-2012-189, MMM-2012-196, MMM-2012-197

Material (Zweige mit Zapfen): MMM-2012-018, MMM-2012-021, MMM-2012-022, MMM-2012-046, MMM-2012-050, MMM-2012-059, MMM-2012-063, MMM-2012-065, MMM-2012-076, MMM-2012-077, MMM-2012-084, MMM-2012-090, MMM-2012-150, MMM-2012-189

Angiospermae

Familie Betulaceae

Gattung *Alnus* MILL.

Im mittleren Tertiär ist diese Gattung artenreich vertreten. Rezent sind weltweit 35 Arten bekannt. Auf anmoorigen, moorigen oder sehr nassen Böden haben *Alnus*-Arten ihren Standort und bilden dort mit wenigen anderen Baumarten besondere Gesellschaften. Sie sind raschwüchsig, aber kurzlebig. Das sauerstoffbedürftige Wurzelwerk überlebt keine andauernden Überschwemmungen (MAI 1995).

cf. *Alnus* sp.

Taf. 1, Fig. C

Die oblong bis elliptisch geformten Blätter ($n = 2$) sind 50-54 mm lang und 30-33 mm breit. Die Basis ist obtus bis gerundet. Der Apex ist ebenfalls obtus ausgebildet. Der Blatttrand ist regelmäßig gezähnt. Die Zähne sind an der Basalseite konkav bis gerade und an der Apikalseite konvex bis gerade. Auf einen Zentimeter kommen 5 sehr feine Blättzähnen, wobei zwischen den Hauptzähnen 1-3 Nebenzähne zu sehen sind. Die Blattnervatur ist semicraspedodrom. Die Mittelrippe des Primärnervs ist im unteren Bereich der Basis kräftig ausgebildet. Von diesen gehen 6-9 Sekundärnervenpaare ab, die in Richtung der Apikalseite steiler werden und in den Hauptzähnen enden. Im Basalbereich zweigen diese unter einem Winkel von 25°-35° und im Apikalbereich 45°-60° ab. Die Tertiärnerven liegen orthogonal auf den Sekundärnerven und gabeln sich teilweise auf.

Bemerkungen: Die wenigen Merkmale erlauben, die beiden Fragmente unter Vorbehalt zu dieser Gattung zu stellen. In Enspel konnte *Alnus*, genau wie verschiedene andere typische Auwald-Elemente, bisher nur palynologisch nachgewiesen werden (HERRMANN et al. 2010).

Material: MMM-2012-016, MMM-2012-017

Gattung *Carpinus* L.

Carpinus L. ist eine verbreitete Gehölzgattung, von der rezent weltweit 26 bis 35 Arten bekannt sind und deren Mannigfaltigkeitszentrum mit 24 Arten im sinojapanischen Gebiet liegt (MAI 1995). Er gilt als wichtiger waldbildender Baum und ist ein Vertreter der Sommerlaubwälder. Die Ansiedlung der Gattung ist an bodentrockene bis frische Standorte, selten auch an Ufer und Sumpfränder gebunden (WALTHER & EICHLER 2010).

Carpinus grandis UNGER, emend. HEER
Taf. 1, Fig. D

1852 *Carpinus grandis* UNGER – S. 39,
Taf. 10, Fig. 4, 5

1856 *Carpinus grandis* UNGER emend.
HEER – S. 40, Taf. 71, Fig. 19a, c-e,
Taf. 72, Fig. 2-11, 14, 16-21, 24,
Taf. 73, Fig. 2-4

2014 *Carpinus grandis* UNGER, emend.
HEER: KÖHLER & UHL – S. 26, Taf. 8,
Fig. 3-8; Abb. 12-13

Die oblong bis ovaten Blätter ($n = 2$) sind 28-38 mm lang und 22-24 mm breit. Die Basis ist obtus bis gerundet. Der Apex ist bei beiden Blättern nicht vollständig erhalten. Der Blatttrand ist gezähnt. Die Blättzähnen haben auf der Basalseite eine konvex bis gerade Form, und auf der Apikalseite sind diese acuminat bis konvex ausgebildet. Vom kräftigen Hauptnerv zweigen in einem Winkel von 40°-50° gerade bis leicht bogenförmige Sekundärnerven ab. Die Blattaderung ist craspedodrom bis semicraspedodrom. Tertiärnerven stehen nahezu senkrecht auf den Sekundärnerven; Nerven höherer Ordnung bilden ein orthogonales Netz.

Bemerkungen: Die Morphologie zeigt mit großer Wahrscheinlichkeit eine Zugehörigkeit zu *Carpinus grandis* UNGER emend. HEER. Da der Apex bei beiden Blattfossilien nicht erhalten ist, kann jedoch keine eindeutige Zuordnung erfolgen. Zudem ist eine sichere Abgrenzung der Gattungen *Alnus*, *Betula* und *Carpinus* aufgrund mehrerer Übereinstimmungsmerkmale mit Hilfe blattmorphologischer Kriterien oft schwierig (KOVAR-EDER

1988). Die Blätter von *Carpinus grandis* sind die in Enspegel am häufigsten gefundenen Pflanzenfossilien.

Material: MMM-2012-014, MMM-2012-019

Familie Cercidiphyllaceae

Gattung *Cercidiphyllum* SIEB. & ZUCC.

Diese einzige Gattung der Familie Cercidiphyllaceae ist mit nur noch zwei Arten ein „lebendes Fossil“. Die Bäume mit einer Wuchshöhe von bis zu 30 m sind heute in den Waldgebieten der gemäßigten Zone Ostasiens (China, Japan, Taiwan) aufzufinden (PRIER & STORCH 2004). Die Gattung war mit mehreren Arten in der Kreide und im Tertiär auf der Nordhemisphäre verbreitet und erlosch in Europa erst im Oberpliozän (MAI 1995). In Europa ist die Gattung seit dem Unteroligozän mit Blattresten, Kutikulen und Fruktifikationen nachweisbar. Im Verhältnis zur großen Verbreitung in den tertiären Wäldern ist der Anteil der erhaltenen Blätter gering (JÄHNICHEN et al. 1980).

Cercidiphyllum crenatum (UNGER) BROWN Taf. 1, Fig. E

1850b *Dombeyopsis crenata* UNGER – S. 448

1939 *Cercidiphyllum crenatum* (UNGER)
BROWN – S. 575

2014 *Cercidiphyllum crenatum* (UNGER)
BROWN: KÖHLER & UHL – S. 15, Taf. 4
Fig. 3; Abb. 5

Es liegen zwei Blattreste vor ($n = 2$), die aufgrund der charakteristischen Form und Adernung, zweifelsfrei zu *Cercidiphyllum crenatum* (UNGER) BROWN gestellt werden können. Die Blätter sind 20–34 mm lang und 15–35 mm breit. Der Apex ist in einem Fall fragmentarisch erhalten und obtus. Die Basis ist cordat.

Der Blattrand ist crenat und der erhaltene Blattstiel hat eine Länge von 34 mm. Die palmate Nervatur hat jeweils drei lateral verlaufende Primärnervenpaare. Die äußeren Nerven verlaufen tief in die cordaten Außenlappen. Die wenig erhaltenen Sekundärnerven verlaufen camptodrom. Die Nervatur höherer Ordnung ist nur fragmentarisch erkennbar.

Bemerkungen: Mit Hilfe der morphologischen Details und trotz der Tatsache, dass die Blätter nicht vollständig ausgebildet sind, ist die Bestimmung als *Cercidiphyllum crenatum* (UNGER) BROWN möglich. Die Art ist bereits in anderen vulkanischen Floren, u. a. Enspegel (KÖHLER & UHL 2014), beschrieben und stimmt gut mit den bisherigen Publikationen überein (vgl. JÄHNICHEN et al. 1980, KVAČEK & WALTHER 1998, KVAČEK & WALTHER 2004, WINTERSCHIED 2006).

Material: MMM-2012-003, MMM-2012-007

Familie Fagaceae

Gattung *Quercus* L.

Die Gattung der Eichen zeigt hinsichtlich der Blattgestalt und Nervatur eine große Mannigfaltigkeit. Zudem herrscht außerordentlicher Polymorphismus. Mit über 300 Arten ist die Gattung heute in der gemäßigten und subtropischen Zone, mit Südgrenze in den andinen Gebirgen von Ecuador und den Vulkangebieten von Djava, ein wichtiger Waldbildner (MAI 1995).

Quercus lonchitis UNGER

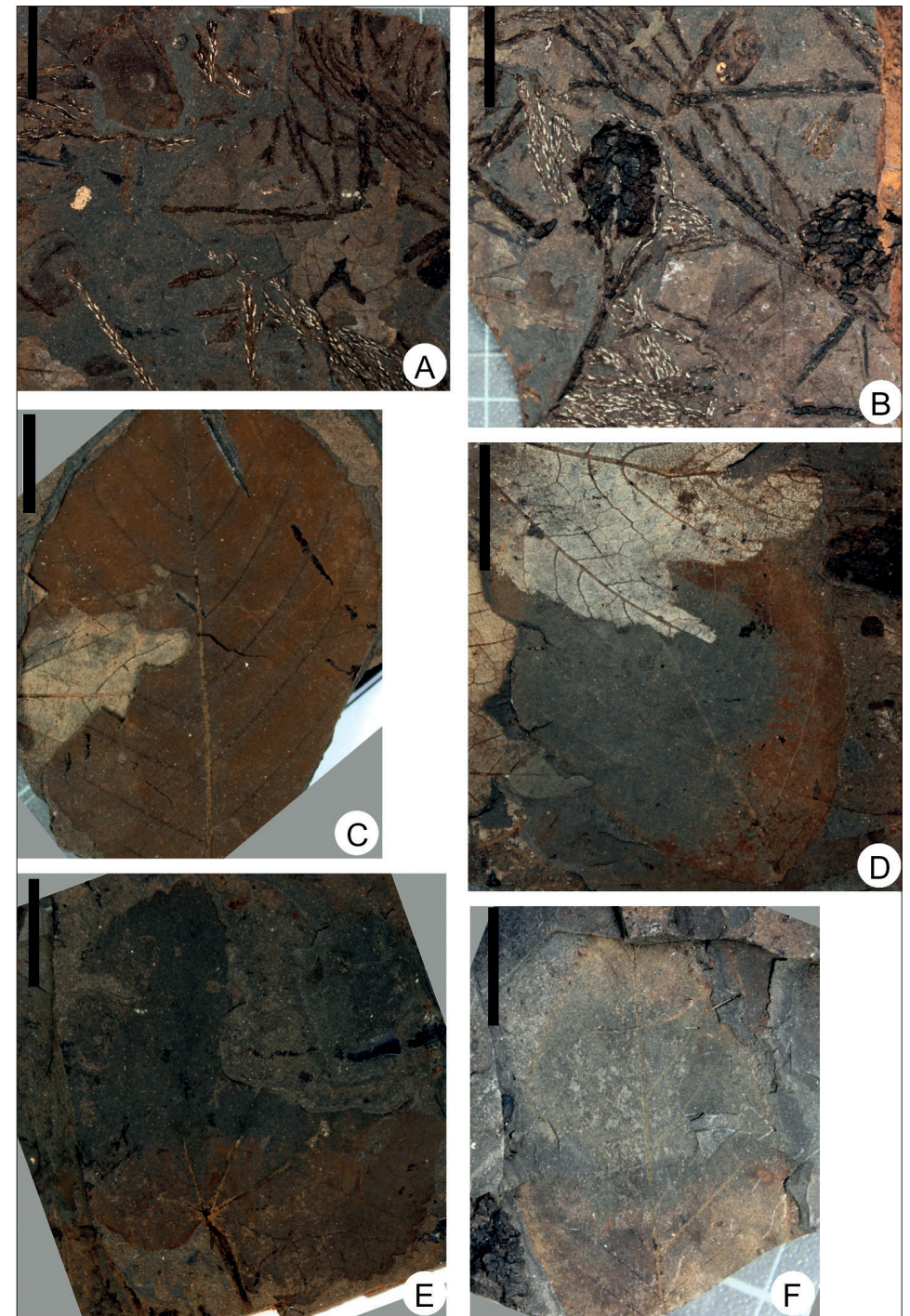
Taf. 1, Fig. F

1850b *Quercus lonchitis* UNGER – S. 403

2014 *Quercus lonchitis* UNGER: KÖHLER & UHL
– S. 24, Taf. 6, Fig. 10; Abb. 11

Tafel 1:

- A) Zweigreste von *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART) UNGER; Inv.-Nr. MMM-2012-063; Maßstab = 1 cm.
B) Zweigrest mit Zapfen von *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART) UNGER; Inv.-Nr. MMM-2012-059; Maßstab = 1 cm.
C) cf. *Alnus* sp.; Inv.-Nr. MMM-2012-017; Maßstab = 1 cm.
D) *Carpinus grandis* UNGER emend. HEER; Inv.-Nr. MMM-2012-014; Maßstab = 1 cm.
E) *Cercidiphyllum crenatum* (UNGER) BROWN; Inv.-Nr. MMM-2012-007; Maßstab = 1 cm.
F) *Quercus lonchitis* (UNGER) BÜŽEK & KOTLABA; Inv.-Nr. MMM-2012-013; Maßstab = 1 cm.



Dieses elliptische Blatt ($n = 1$) ist 28 mm lang und 22 mm breit. Die Basis ist nicht komplett erhalten, der Apex ist akut. Der Blattrand ist gezähnt, wobei die Zähne auf der Apikalseite eine konkave und auf der Basalseite eine konvexe Form haben. Die Blattnervatur ist fragmentarisch erhalten und craspedodrom ausgebildet. Vom geraden Hauptnerv zweigen in einem Winkel von 45° Sekundärnervenpaare ab. Diese verlaufen an der Apikalseite mit einer leichten Rundung in die Blättzähne. Die Tertiärnerven stehen nahezu senkrecht auf den Sekundärnerven und verlaufen leicht bogig. Nerven höherer Ordnung bilden ein orthogonales Netz mit vier- bis fünfeckigen Areolen.

Bemerkungen: Das Blatt ist ein typisches Element des mesophytischen Waldes und zählt zu den seltenen Akzessorien der oligozänen Flora. Zu den Merkmalen des Taxons gehört der Habitus, der regelmäßig gezähnte Blattrand, die craspedodrom verlaufende Nervatur, sowie die gleichmäßige Verschmälung an der Basis (KÖHLER & UHL 2014). Letzteres kann durch das Fehlen der Basis nicht beobachtet werden.

Material: MMM-2012-013

Familie Lauraceae
Gattung *Daphnogene* UNGER

Daphnogene cinnamomifolia (BRONGNIART in CUVIER) UNGER forma *cinnamomifolia* sensu KVAČEK & WALTHER

Taf. 2, Fig. A

1822 *Phyllites cinnamomifolia* BRONGNIART in CUVIER – 2. Bd.

1850b *Daphnogene cinnamomifolia* (BRONGNIART in CUVIER) UNGER – S. 168, Taf. 39, Fig. 7-9

1995 *Daphnogene cinnamomifolia* (BRONGNIART in CUVIER) UNGER forma *cinnamomifolia* KVAČEK & WALTHER – S. 32, Taf. 2, Fig. 2m, Abb. 4/19

2014 *Daphnogene cinnamomifolia* (BRONGNIART in CUVIER) UNGER forma *cinnamomifolia* KVAČEK & WALTHER: KÖHLER & UHL – S. 12, Taf. 3, Fig. 5

Zwei Blattfragmente ($n = 2$) können diesem Taxon zugeordnet werden. Die Blätter sind 12-15 mm lang und 6-10 mm breit. Der Apex ist nicht erhalten, die Basis ist akut. Die Nervatur ist suprabasal acrodrom. Die Nerven höherer Ordnung bilden ein polygonales Netz aus vier- bis fünfeckigen Areolen.

Bemerkungen: Aufgrund der typischen Nervatur (Acrodromie) lässt sich dieses Blattfragment *Daphnogene cinnamomifolia* (BRONGNIART in CUVIER) UNGER forma *cinnamomifolia* zuordnen. Diese Art ist ein typisches Element der Auwälder und der mesophytischen Wälder. Nach MAI (1995) spiegeln verschiedene *Daphnogene*-Arten die Tendenz des Klimawandels im Tertiär wider.

Material: MMM-2012-035, MMM-2012-196

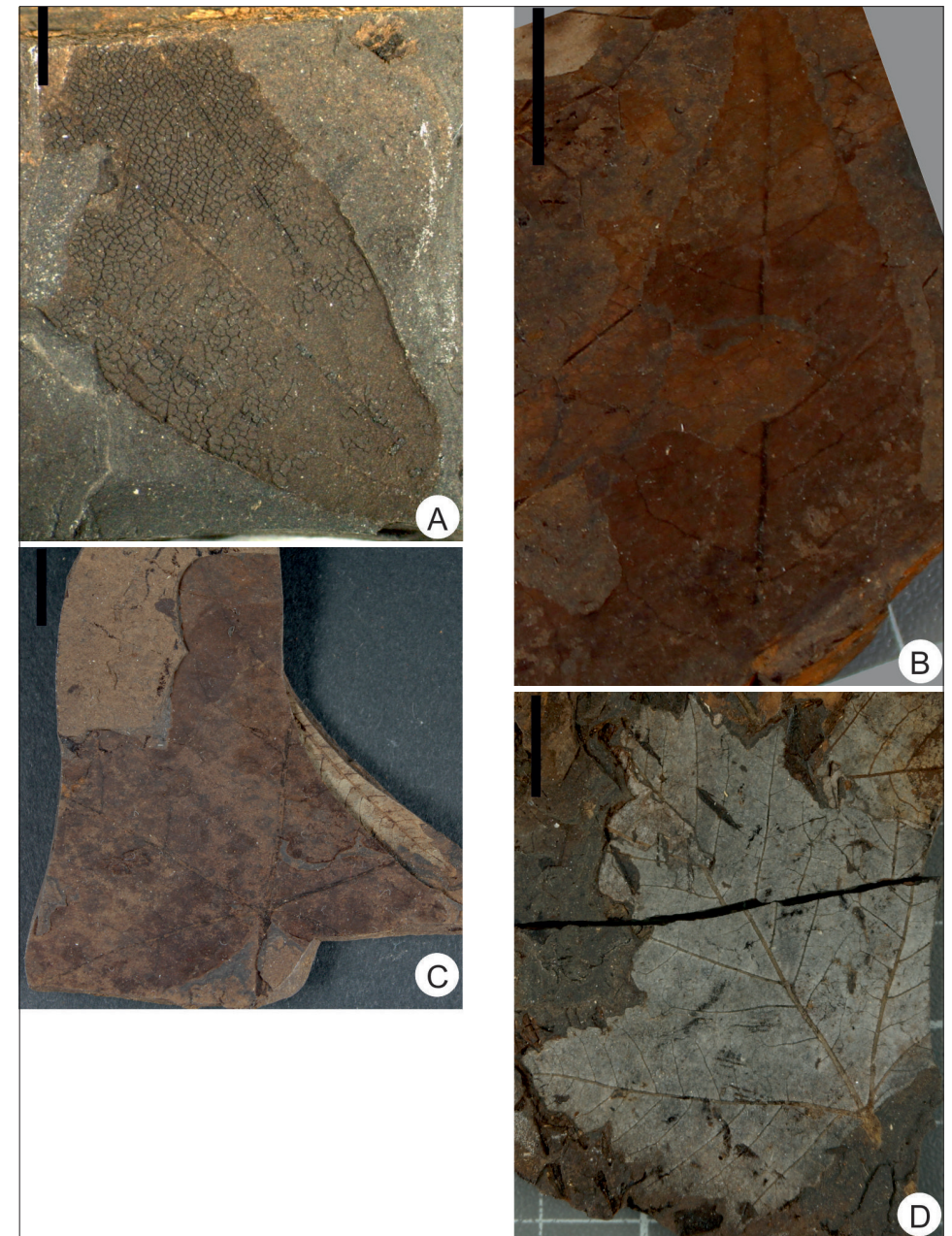
Familie Juglandaceae
Gattung cf. *Carya* NUTT

cf. *Carya* sp.

Taf. 2, Fig. B

Diese vier Blattfragmente sind 30-45 mm lang, und 15-20 mm breit. Die Basis ist in keinem Fragment erhalten, der Apex ist akut. Der Blattrand ist durch feine unregelmäßige, serrate Blättzähnen gekennzeichnet. Auf einen Zentimeter kommen etwa 5-8 Zähne. Von dem Primärnerv gehen in einem Winkel von 40° - 50° 7 Sekundärnervenpaare ab. Die Blattaderung ist semicraspedodrom. Die fragmentarisch erhaltenen Tertiärnerven bilden ein polygonales Netz.

Bemerkungen: Es liegen Blattfragmente vor, die durch das jeweilige Fehlen der Basis taxonomisch nicht eindeutig bestimmt werden können. Es könnte sich um die aus anderen, etwa gleichalten Fundstellen, wie etwa Enspel, bekannte, *Carya serrifolia* (GOEPPERT) KRÄUSEL handeln, für die der Verlauf der basalen Sekundärnerven charakteristisch ist. Diese sind im unteren Blattdrittel fast waagrecht (KÖHLER & UHL 2014). Für eine zweifelsfreie Zuordnung sind weitere Analysen nötig (z. B. Kutikularanalyse).



Tafel 2:

A) *Daphnogene cinnamomifolia* (BRONGNIART in CUVIER) UNGER forma *cinnamomifolia* sensu KVAČEK & WALTHER; Inv.-Nr. MMM-2012-035; Maßstab = 2 mm.

B) cf. *Carya* sp.; Inv.-Nr. MMM-2012-003; Maßstab = 1 cm.

C) *Acer* cf. *integerrimum* sp.; Inv.-Nr. MMM-2012-099; Maßstab = 1 cm.

D) *Acer tricuspidatum* BRONN; Inv.-Nr. MMM-2012-189; Maßstab = 1 cm.

Material: MMM-2012-003, MMM-2012-011, MMM-2012-051

Familie Sapindaceae
Gattung Acer L.

Acer cf. integerrimum
Taf. 2, Fig. C

Bei dem vorliegenden Blattfragment handelt es sich um ein (vermutlich) fünflappiges Blatt mit einer Breite von 45 mm und einer Länge von 50 mm. Der mittlere Blattlappen scheint etwas größer zu sein als die seitlichen. Die Basis ist obtus und der Blattstiel hat eine Länge von 10 mm. Der Blattrand ist ganzrandig und die Nervatur basal actinodrom. Die Sekundärnerven weisen zum jeweiligen Hauptnerv einen Winkel von 50°-60° auf. Nerven höherer Ordnung sind nicht erhalten.

Bemerkungen: Aufgrund der Morphologie und des ganzrandigen Blattrandes kann das vorliegende Blattfragment am ehesten mit *Acer integerrimum* verglichen werden. Dieser in Tertiärfloren generell seltene Vertreter der Gattung *Acer* wurde von KÖHLER & UHL (2014) auch in Enspel nachgewiesen.

Material: MMM-2012-099

Acer tricuspidatum BRONN

Taf. 2, Fig. D, Taf. 3, Fig. A-B

1838 *Acer tricuspidatum* BRONN – S. 865, Taf. 35, Fig. 10a, b

2011 *Acer tricuspidatum* BRONN: UHL et al. – S. 120, Abb. 3

2014 *Acer tricuspidatum* BRONN: KÖHLER & UHL – S. 38, Taf. 13, Fig. 2; Abb. 16C

Die drei- bis fünflappigen Blätter (n = 47), haben eine Länge von 15-37 mm und eine Breite von 10-35 mm. Die Basis ist schwach

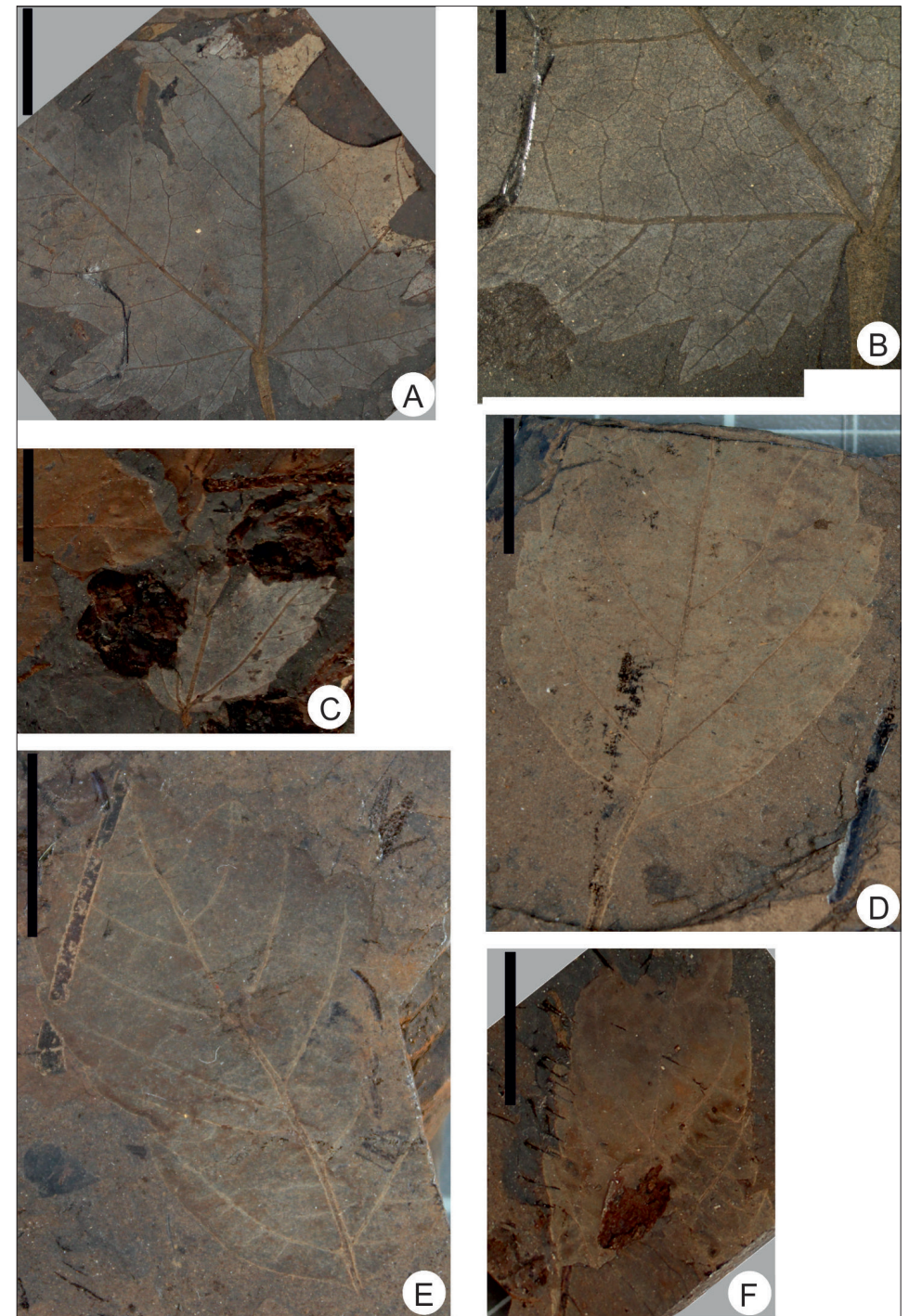
cordat, der Apex des mittleren Blattlappen ist akut. Bei einem doppelt gesägten Blattrand kommen auf einen Zentimeter 2-4 Zähne. Die Hauptzähne sind apikal wie basal konvex ausgebildet. Die Nebenzähne der Basal- und Apikalseite sind gerade bis konkav. Die Nervatur ist basal actinodrom. Die Hauptnerven der inneren Seitenlappen bilden mit dem Hauptnerv des Mittellappens Winkel von 30°-45°. Die Sekundärnerven verlaufen craspedodrom. Nerven höherer Ordnung bilden ein polygonales Netz aus.

Bemerkungen: Diese typische Auwald-Art, ist in Norken am häufigsten vertreten, was bereits MÜLLER (1997) und UHL et al. (2011) festgestellt hatten. Auffällig ist die durchgehend weiße Erhaltung der Blätter dieses Taxons, deren Ursache bisher noch nicht geklärt werden konnte. An der Fundstelle Enspel sind Blätter dieses Taxons sehr selten (KÖHLER & UHL 2014).

Material: MMM-2012-001, MMM-2012-002, MMM-2012-014, MMM-2012-019, MMM-2012-044, MMM-2012-047, MMM-2012-051, MMM-2012-054, MMM-2012-057, MMM-2012-060, MMM-2012-061, MMM-2012-062, MMM-2012-064, MMM-2012-065, MMM-2012-066, MMM-2012-076, MMM-2012-077, MMM-2012-080, MMM-2012-094, MMM-2012-095, MMM-2012-096, MMM-2012-098, MMM-2012-101, MMM-2012-102, MMM-2012-103, MMM-2012-104, MMM-2012-105, MMM-2012-109, MMM-2012-120, MMM-2012-121, MMM-2012-136, MMM-2012-137, MMM-2012-138, MMM-2012-139, MMM-2012-141, MMM-2012-147, MMM-2012-150, MMM-2012-153, MMM-2012-158, MMM-2012-164, MMM-2012-165, MMM-2012-167, MMM-2012-170, MMM-2012-173, MMM-2012-181, MMM-2012-189, MMM-2012-190

Tafel 3:

- A) *Acer tricuspidatum* BRONN; Inv.-Nr. MMM-2012-057; Maßstab = 1 cm.
B) Detail der Blattnervatur von *Acer tricuspidatum* BRONN; Inv.-Nr. MMM-2012-057; Maßstab = 2 mm.
C) *Acer cf. tricuspidatum*; Inv.-Nr. MMM-2012-022; Maßstab = 1 cm.
D) *Ulmus* vel *Zelkova*; Inv.-Nr. MMM-2012-004; Maßstab = 1 cm.
E) *Zelkova zelkovaefolia* (UNGER) BÜZEK & KOTLABA; Inv.-Nr. MMM-2012-002; Maßstab = 1 cm.
F) *Zelkova cf. zelkovaefolia*; Inv.-Nr. MMM-2012-003; Maßstab = 1 cm.



Acer* cf. *tricuspidatum

Taf. 3, Fig. C

Die drei- bis fünflappigen Blätter ($n = 9$) haben eine Länge von 15-25 mm und eine Breite von 10-20 mm. Die Basis ist obtus bis cordat. Der Apex ist akut ausgebildet. Die Nervatur ist basal actinodrom. Die Hauptnerven der Seitenlappen bilden mit den Hauptnerven des Mittellappens Winkel von 30° - 40° .

Bemerkungen: Bei den vorliegenden Blättern ist eine eindeutige Bestimmung auf Artebene aufgrund der unvollständigen Erhaltung nicht möglich. Es kann vermutet werden, dass es sich um *Acer tricuspidatum* handelt.

Material: MMM-2012-022, MMM-2012-142, MMM-2012-162, MMM-2012-175, MMM-2012-179, MMM-2012-180, MMM-2012-185, MMM-2012-187, MMM-2012-194

Familie Ulmaceae***Ulmus* vel *Zelkova***

Taf. 3, Fig. D

Das ovate Blattfragment ist 29 mm lang und 27 mm breit. Der Blattstiel ist 7 mm lang und 1 mm breit. Die Basis ist asymmetrisch. Der Apex ist nicht erhalten. Der Blattrand ist serrat bis crenat ausgebildet. Das Blatt hat einen kräftigen Primärnerv sowie semicraspedodrome Sekundärnerven, die sich teilweise im Verlauf zu den Blatzzähnen aufgabeln und in diese münden. Nerven höherer Ordnung sind nicht erkennbar. Die Zahnspitzen sind auf der Basalseite acuminat bis konvex, und auf der Apikalseite acuminat bis gerade ausgebildet.

Bemerkungen: Aufgrund der Morphologie kann dieses Blattfragment zu den Ulmengewächsen gestellt werden. Allerdings könnte es sich bei diesem sehr fragmentarischen Fundstück sowohl um einen Vertreter der Gattung *Ulmus* L. als auch *Zelkova* SPACH handeln. Eine Möglichkeit die beiden Gattungen zu unterscheiden, besteht bei größeren Blättern in der Zahnform, sowie der Dichte der Sekundärnerven, die in *Zelkova* niedriger ist (KVAČEK & WALTHER 2004). Beide Gattungen sind auch von der nahegelegenen Fundstelle Enspel bekannt (KÖHLER & UHL 2014).

Material: MMM-2012-004

Gattung *Zelkova* SPACH

Diese Gattung ist mit sommergrünen Bäumen und Sträuchern rezent noch mit 6 Arten im Kaukasus, in China, Japan, sowie auf Kreta und Sizilien beheimatet. Sie zählen zu den Vertretern des Mixed Mesophytic Forests sowie des Sommerlaubwaldes (WALTHER & EICHLER 2010).

***Zelkova zelkovaefolia* (UNGER) BŮŽEK & KOTLABA in KOTLABA**

Taf. 3, Fig. E

1843 *Ulmus zelkovifolia* UNGER – S. 94, Taf. 24, Fig. 7-13, Taf. 26, Fig. 7, 8

1952 *Zelkova praelonga* BERGER – S. 99, Abb. 75-80

1963 *Zelkova zelkovaefolia* (UNGER) BŮŽEK & KOTLABA in KOTLABA – S. 59, Taf. 3, Fig. 7, 8

2014 *Zelkova zelkovaefolia* (UNGER) BŮŽEK & KOTLABA in KOTLABA: KÖHLER & UHL – S. 18, Taf. 5, Fig. 2-3; Abb. 7 (ausführliche Synonymieliste s. WINTERSCHIED 2006)

Tafel 4:

REM-Aufnahmen ausgewählter Sporen und Pollen aus Norken.

A) *Verrucatosporites* sp. (*Polypodiaceae*).

B) *Verrucingulatisporites* sp. (*Pteridaceae*).

C) bisaccater Pollen (cf. *Pinus*).

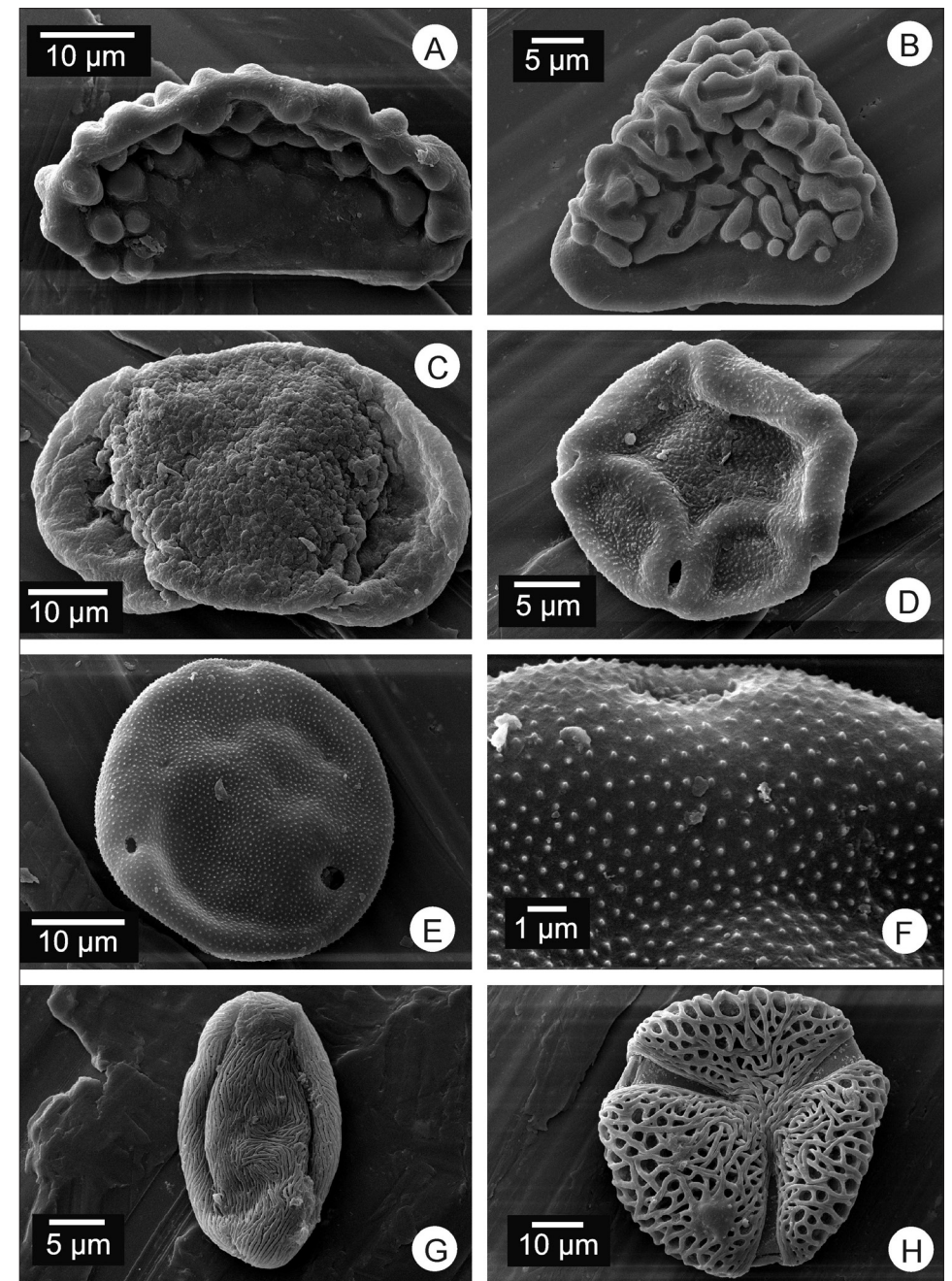
D) *Alnipollenites* sp. (*Alnus* sp.).

E) *Caryapollenites* sp. (cf. *Carya*).

F) Detail von E) mit der für *Caryapollenites* typischen Oberflächenornamentierung.

G) *Aceripollenites* sp. (cf. *Acer*).

H) *Alangiopollis* cf. *barghoornianum* (cf. *Alangium*).



Es können drei Blätter ($n = 3$) als *Zelkova zelkovaefolia* (UNGER) BŮŽEK & KOTLABA in KOTLABA bestimmt werden. Die Blätter sind 28-43 mm lang und 19-26 mm breit. Die Basis ist bei zwei Blättern gerundet, und in einem Fall cordat. Der Apex ist akut ausgebildet. Der Blattrand weist mittelgroße bis große Zähne auf. Die Blättzähne sind auf der Basalseite konvex und auf der Apikalseite acuminat, gerade bis konvex ausgebildet. Vom kräftigen Hauptnerv zweigen 3-6 Sekundärnervenpaare im Winkel von 30°-45° ab, die sich teilweise in der Hälfte ihres Verlaufes aufgabeln und in den Blättzähnen enden. Nerven höherer Ordnung sind nicht bis kaum erkennbar.

Bemerkungen: Es liegen die typischen Blattformen für diese Art vor. Deutlich wird die Variabilität der Morphologie in Suletice-Berand in Nordböhmen, wo diese Art häufig gefunden wurde (KVAČEK & WALTHER 1995). In Enspel ist die Art ebenfalls relativ häufig (KÖHLER & UHL 2014).

Material: MMM-2012-002, MMM-2012-003, MMM-2012-066,

Zelkova cf. zelkovaefolia
Taf. 3, Fig. F

Es liegen vier Blattfragmente vor, die 25-40 mm lang sowie 12-15 mm breit sind. Der Blattrand ist gezähnt. Die Sekundärnerven enden in den Blättzähnen, die an der Basalseite konvex und an der Apikalseite acuminat bis konvex sind.

Bemerkungen: Da diese Blätter nur fragmentarisch erhalten sind, kann eine eindeutige Bestimmung nicht vorgenommen werden. Aufgrund der Blattmorphologie und der Randzahnung werden diese Fragmente unter Vorbehalt zu dieser Art gestellt.

Material: MMM-2012-001, MMM-2012-057, MMM-2012-152, MMM-2012-177

5. Erste Ergebnisse einer palynologischen Analyse

Die Sedimente der Bohrung Norken enthalten eine relativ artenreiche Palynoflora, die derzeit einer detaillierten Untersuchung unterzogen wird. Um das Bild des Ökosystems abzurunden, werden hier ein paar (ausgewählte) vorläufige Ergebnisse der palynologischen Analyse vorgestellt.

Farne, die in den bisher bekannt gewordenen Makroflora des Westerwaldes eher selten und artenarm sind (z. B. KÖHLER & UHL 2014), bzw. in Norken bisher komplett fehlen, sind, ähnlich wie in der Bohrung Enspel (HERRMANN et al. 2009), mit mehreren Taxa vertreten. Als Beispiele seien hier Vertreter der Polypodiaceae (*Verrucatosporites* sp., Taf. 4A) und der Pteridaceae (*Verrucingulatisporites* sp., Taf. 4B) genannt.

Gymnospermen sind u. a. vertreten durch bisaccate Pollen, die denen der Gattung *Pinus* ähneln (Taf. 4C), welche auch regelmäßig in den Sedimenten der Forschungsbohrung Enspel 1996/1 vorkommen (HERRMANN et al. 2009). Die Angiospermen bilden die häufigste und artenreichste Komponente in den bisher untersuchten palynologischen Proben aus Norken. Regelmäßig kommen dabei die zu *Alnus* gehörenden Pollen der Gattung *Alnipollenites* sp. vor (Taf. 4D), die auch aus Enspel bekannt sind (HERRMANN et al. 2010). Häufig sind Pollen von Juglandaceen, die aufgrund ihrer Morphologie u. a. zu *Carya* gestellt werden können (Taf. 4E-F). In Enspel wurde diese Familie sowohl in der Makroflora, als auch in der Palynoflora mit mehreren Taxa nachgewiesen (HERRMANN et al. 2010, KÖHLER & UHL, 2014). Des Weiteren kann die, die Makroflora dominierende, Familie der Sapindaceen durch Ahorn-Pollen (cf. *Acer*), nachgewiesen werden (Taf. 4G). In Enspel konnten Ahorn-Pollen nur in wenigen Proben der Bohrung Enspel 1996/1 nachgewiesen werden (HERRMANN et al. 2010). Zusätzlich kann das Auftreten von Pollen (cf. *Alangium*) der Familie der Alangiaceae bestätigt werden (Taf. 4H). *Alangium* LAMARCK konnte in Enspel sowohl anhand von Samen (*Alangium enselense* KÖHLER) als auch von Pollen (*Alangiopollis barg-*

hoornianum (TRAVERSE) KRUTZSCH) nachgewiesen werden (HERRMANN et al. 2010, KÖHLER & UHL 2014). Die Mehrzahl der Palynomorphen der Bohrung Norken wartet jedoch im Moment noch auf eine nähere Bestimmung und Auswertung.

6. Diskussion

Die Markoflora von Norken wird, wie bereits in früheren Arbeiten festgestellt (MÜLLER 1997, UHL et al. 2011), von den beiden Auwald-Elementen *Acer tricuspidatum* und *Glyptostrobus europaeus* dominiert. Daneben können die seltenen Blätter und die Pollen von *Alnus* als ein weiteres Auwald-Element gedeutet werden. Unklar ist im Moment ob *Alnus* im Auwald von Norken *a priori* seltener als die beiden vorgenannten Taxa vorkam bzw. an einem etwas weiter vom Sedimentationsort entfernten Standort wuchs oder ob die Seltenheit durch die deutlich geringere Erhaltungsfähigkeit von *Alnus*-Blättern in aquatischen Environments erklärt werden kann (vgl. SPICER 1981).

Die meisten der anderen in Norken nachgewiesenen Taxa können als typische Vertreter eines artenreichen Mixed Mesophytic Forest interpretiert werden, wie er auch an anderen oligozänen Fundstellen nachgewiesen wurde (z. B. Enspel: KÖHLER & UHL 2014). Dieser Mixed Mesophytic Forest wuchs wahrscheinlich an Standorten die einige Zehner bis Hunderte Meter vom Ablagerungsort entfernt lagen. Einzige Ausnahme sind hier die möglicherweise zu *Pinus* gehörenden, bisaccaten Pollen, die über eine erhebliche Strecke transportiert worden sein könnten und über deren Ursprungsstandort daher wenig ausgesagt werden kann.

Auch wenn die Flora von Norken im Vergleich zur etwa gleich alten Flora der nahegelegenen Fundstelle Enspel deutlich weniger divers ist, kann eine Gegenüberstellung der beiden Makrofloraen erfolgen:

Die Makroflora in Enspel wird durch die Magnoliatae mit 22 Familien und 59 Arten dominiert. Innerhalb dieser Klasse weisen nach den Sapindaceen (v. a. die Gattung *Acer*) die

Juglandaceen die größte Vielfalt auf. In der Familie der Betulaceen stellt *Carpinus grandis* die am häufigsten gefundenen Blattfossilien dar (KÖHLER & UHL 2014). Durch den Artenbestand von Enspel kann auch hier ein Mixed Mesophytic Forest angenommen werden. Zudem konnten KÖHLER & UHL (2014) feststellen, dass die Auwald-Gesellschaft nur durch wenige Taxa repräsentiert wird, sodass größere Überschwemmungsebenen im Einzugsbereich dieser Fundstelle wohl fehlten.

Da es im Gegensatz zu Enspel in Norken dominierende Auwald-Elemente gibt, kann vermutet werden, dass die Makroflora an einem feuchten bis nassen Standort (Fluss- bzw. Ufernähe) mit Überschwemmungsebenen gewachsen ist. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit einer artenreichen Fauna. Funde von Fischen, Fröschen, einem Wasserkorpion, sowie fossilen Puppen von Mücken, deren rezente Vertreter in sauerstoffarmen Wasser existieren können, sind durch MÜLLER (1997) beschrieben.

Anhand der vorliegenden Arbeit ist neben Enspel eine weitere oberoligozäne Lokalität im Hohen Westerwald beschrieben, wobei eine weitere, in Enspel unterrepräsentierte, Vegetationseinheit für den Westerwald dokumentiert wird. Um ein vollständigeres Bild der oberoligozänen Vegetation des Westerwaldes zu gewinnen, laufen derzeit weitere Studien zu den Makrofloraen der im Westerwald liegenden Fossilagerstätten Haiger-Langenaubach und Elbtal-Elbgrund.

7. Danksagung

Wir danken Herrn Dr. Martin KOZIOL, Museum Manderscheid, dafür, dass er uns auf das Material aus Norken aufmerksam gemacht hat und für die Ausleihe des Materials, Herrn Dr. Thomas SCHINDLER, Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz, für die Bereitstellung des Probenmaterials aus der Bohrung Norken, sowie die generelle Unterstützung unserer Arbeiten im Westerwald, und, last but not least, Frau Claudia FRANZ, Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt, für die technische Unterstützung am REM.

6. Literaturverzeichnis

- BAUMANN, H. (1993): Geologie des Westerwaldes in Schwerpunkten. – 13-21. In: WEGENER, H.-H. (Hrsg.): Der Westerwald. Kreis Altenkirchen und Westerwaldkreis 26: 202 S., Theiss. Stuttgart.
- BERGER, W. (1952): Pflanzenreste aus dem miozänen Ton von Weingraben bei Draßmarkt (Mittelburgenland). – Sitzungsberichte der österreichischen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Abteilung I 161: 93-101. Wien.
- BRONGNIART, A. (1822): Description des vegetaux fossiles du terrain de sediment superieur. – 353-402. In: CUVIER, M. M. G. & BRONGNIART, A. (eds): Description geologique des environs de Paris. VII, 482 S., Dufour. Paris.
- BRONGNIART, A. (1833): Notice sur une Conifère fossile du terrain d'eau douce de l'Île d'Iliodroma. – Annales des Sciences naturelles 30: 168-176. Paris.
- BRONN, H. G. (1838): Lethaea geognostica. Schweizerbart. Stuttgart.
- BROWN, R. W. (1939): Fossil leaves, fruits and seeds of *Cercidiphyllum*. – Journal of Paleontology 13 (5): 485-499. Washington.
- ELLIS, B., DALY, D. C., HICKEY, L. J., JOHNSON, K. R., MITCHELL, J. D. & WING, S. L. (2009): Manual of leaf architecture. 216 pp., Cornell University Press. Ithaca.
- FERGUSON, D. K., ZETTER, R. & PAUDAYAL, K. N. (2007): The need for the SEM in palaeopalynology. – Comptes Rendus Palevol 6: 423-430. Paris.
- HEER, O. (1856): Flora tertiaria Helvetiae, 2. 1-110. Wurster & Co. Winterthur.
- HERRMANN, M., ASHRAF, A.R., UHL, D. & MOSBRUGGER, V. (2009): Die oberoligozäne Palynoflora der Bohrung Enspel 1996/1 (Westerwald, W-Deutschland) – Teil 1: Sporen und Gymnospermen. – Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen 37: 33-76. Mainz.
- HERRMANN, M., ASHRAF, A.R., UHL, D. & MOSBRUGGER, V. (2010): Die oberoligozäne Palynoflora der Bohrung Enspel 1996/1 (Westerwald, W-Deutschland) – Teil 2: Angiospermen und Paläoökologie. – Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen 38: 9-60. Mainz.
- HICKEY, L. J. (1973): Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. – American Journal of Botany 60: 17-33. Columbus, Ohio.
- JÄHNICHEN, H., MAI, D.H. & WALTHER, H. (1980): Blätter und Früchte von *Cercidiphyllum* Sieb. & Zucc. im mitteleuropäischen Tertiär. – DABER, R. (Hrsg.): Evolution – Naturgeschichte höherer Pflanzen. – Schriftenreihe für geologische Wissenschaften 16: 357-399. Berlin.
- KÖHLER, J. & UHL, D. (2014): Die Blatt- und Karpoflora der oberoligozänen Fossilagerstätte Enspel (Westerwald, Rheinland-Pfalz, W-Deutschland). – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 35: 1-87. Mainz.
- KOTLABA, F. (1963): Tertiary plants from three new localities in southern Slovakia. – Acta Musei Nationalis Pragae 19 B: 53-72. Prag.
- KOVAR-EDER, J. (1988): Obermiozäne (Pannone) Floren aus der Molassezone Österreichs. – Beiträge zur Paläontologie von Österreich 14: 19-121. Wien.
- KVÁČEK, Z. & WALTHER, H. (1995): The Oligocene volcanic flora of Sulečice-Berand near Usti Nad Labem, North Bohemia – a review. – Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis 50 (1-4): 25-54. Prag.
- KVÁČEK, Z. & WALTHER, H. (1998): The Oligocene volcanic flora of Kunderatice near Litomerice, Ceske Stredohorí volcanic complex (Czech Republic) – a review. – Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis 54 (1-2): 1-42. Prag.
- KVÁČEK, Z. & WALTHER, H. (2001): The Oligocene of Central Europe and the development of forest vegetation in space and time based on megafossils. – Palaeontographica Abt. B 259: 125-148. Stuttgart.
- KVÁČEK, Z. & WALTHER, H. (2004): The Oligocene Flora of Bechlejovice ar Decin from the neovolcanic area of the Ceske Stredohorí mountains. – Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis 60: 9-60. Prag.
- LEPAGE, B. A. (2007): The Taxonomy and Biogeographic History of *Glyptostrobus* ENDLICHER (Cupressaceae). – Bulletin of the Peabody Museum of Natural History 48 (2): 359-426. Yale.
- MAI, D. H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. 691 S., Gustav Fischer. Stuttgart.
- MÜLLER, P. (1997): Fossilagerstätten im Westerwald. – Westerburger Hefte 25: 54 S., Westerbürg.
- NUNGESSER, K. & UHL, D. (2016): Neue Nachweise fossiler Wasserpflanzen aus der Schildberg Subformation der Sulzheim Formation (Oligozän, Rupelium) des Mainzer Beckens (Rheinland-Pfalz, SW-Deutschland). – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 53: 49-63. Mainz.
- PRIER, H. & STORCH, D. H. (2004): Exotische Gehölze im Kirchheimer-Arboretum Freiburg. – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Informationen 15: 1-34. Freiburg.
- SCHÄFER, P., SCHINDLER, T., HOTTENROTT, M. & WUTTKE, M. (2011): 5.10. Westerwald. – 416-435. In: Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland IX – Tertiär, Teil 1: Oberrheingraben mit angrenzenden Teilbecken und Mittelgebirgen. – Schriftenreihe der deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften 75: 461 S., Stuttgart.
- SCHINDLER, T. & WUTTKE, M. (2010): Geology and limnology of the Enspel Formation (Chattian, Oligocene; Westerwald, Germany). – Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments 90: 21-27. Berlin, Heidelberg.
- SCHINDLER, T. & WUTTKE, M. (2015): A revised sedimentological model for the late Oligocene crater lake Enspel (Enspel Formation, Westerwald Mountains, Germany). – Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments 95: 5-16. Berlin, Heidelberg.
- SPICER, R. A. (1981): The sorting and deposition of allochthonous plant material in a modern environment at Silwood Lake, Silwood Park, Berkshire, England. – U. S. Geological Survey Professional Paper 1143: 1-77. Washington D. C.
- STECKHAN, W. (1973): Die Braunkohlen des Westerwaldes. – Hessisches Lagerstättenarchiv 6: 1-114. Wiesbaden.
- STRÖBITZER, M. (1999): Die fossile Blattvergesellschaftung von Lintsching (Tamsweiger Becken, Salzburg; Miozän). – Beiträge zur Paläontologie 24: 91-153. Wien.
- UHL, D. (2014): Paläobotanische Problematika aus dem Oberoligozän von Enspel (Westerwald, Rheinland-Pfalz, W-Deutschland). – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 51: 45-53. Mainz.
- UHL, D. (2015): Preliminary note on fossil flowers and inflorescences from the Late Oligocene of Enspel (Westerwald, W-Germany). – Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments 95: 47-53. Berlin, Heidelberg.
- UHL, D. (2017): Neue Funde der fossilen Krebschere *Stratiotes kaltennordheimensis* (ZENKER) KEILHACK (Hydrocharitaceae) aus dem Oberoligozän des Westerwaldes (Rheinland-Pfalz, W-Deutschland). – Mitteilungen der POLLICHIA 98: 41-49. Bad Dürkheim.
- UHL, D. & HERRMANN, M. (2010): Palaeoclimate estimates for the Late Oligocene taphoflora of Enspel (Westerwald, West Germany) based on palaeobotanical proxies. – Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments 90: 39-47. Berlin/Heidelberg.
- UHL, D., SCHINDLER, T. & WUTTKE, M. (2011): Paläoökologische Untersuchungen im Oberoligozän von Norken (Westerwald, Rheinland-Pfalz, W-Deutschland) – Erste Ergebnisse. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 48: 115-127. Mainz.
- UNGER, F. (1841-1847): Chloris protogaea. – Beiträge zur Flora der Vorwelt. – 1-149. Wien.
- UNGER, F. (1850a): Die Gattung *Glyptostrobus* in der Tertiär-Formation. – Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe 5: 434-435. Wien.
- UNGER, F. (1850b): Genera et species Plantarum Fossilium. – 1-627. Wien.
- UNGER, F. (1852): Iconographica plantarum fossilium. – Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen. – Denkschriften der Akademie der Wissenschaften Wien, mathematisch naturwissenschaftlichen Classe 4: 73-118. Wien.
- WALTHER, H. (1999): Die Tertiärflora von Kleinsaubertitz bei Bautzen. – Palaeontographica Abt. B 249: 63-174. Stuttgart.
- WALTHER, H. & EICHLER, B. (2010): Die neogene Flora von Ottendorf-Okrilla bei Dresden. Geologica Saxonica. – Journal of Central European Geology 56 (2): 193-234. Dresden.
- WEBER, C. O. (1852): Die Tertiärflora der Niederrheinischen Braunkohlenformation. – Palaeontographica 2: 117-247. Stuttgart.
- WINTERSCHIED, H. (2006): Oligozäne und untermiozäne Floren in der Umgebung des Siebengebirges. – Documenta naturae 158: 485 S. (2 Bände). München.
- WUTTKE, M., UHL, D. & SCHINDLER, T. (2010): The Fossil-Lagerstätte Enspel – exceptional preservation in an Upper Oligocene maar. – Palaeobiodiversity and Palaeoenvironment 90: 1-98. Berlin, Heidelberg.
- ZETTER, R. (1989): Methodik und Bedeutung einer routinemäßig kombinierten lichtmikroskopischen und rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung fossiler Mikroflora. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg 109: 41-50. Frankfurt a. M.

Anschriften der Verfasser

Pia Krüger, Dr. Michael Wuttke,
apl. Prof. Dr. Dieter Uhl
Senckenberg Forschungsinstitut und
Naturmuseum Frankfurt
Senckenberganlage 25,
D-60325 Frankfurt a. M.
E-Mail: pia-sabrina.krueger@senckenberg.de
E-Mail: dieter.uhl@senckenberg.de
E-Mail: michael.wuttke@senckenberg.de

Prof. Dr. Khum N. Paudyal
Tribhuvan University
Central Department of Geology
Kirtipur, Kathmandu
Nepal
E-Mail: khum99@gmail.com

Manuskript eingegangen: 15.05.2017

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mainzer naturwissenschaftliches Archiv](#)

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: [54](#)

Autor(en)/Author(s): Krüger Pia, Paudyal Khum, Wuttke Michael, Uhl Dieter

Artikel/Article: [Ein Beitrag zur oberoligozänen Makroflora von Norken \(Westerwald, Rheinland-Pfalz, W-Deutschland\) 65-81](#)