

documenta n a t u r a e

Nr. 196 Teil 9

München 2018

Neues aus der Jüngeren Molasse Bayerns (Obere Süßwassermolasse)

Eine neue mittelmiozäne Blatt-Fundstelle aus
der Kiesgrube Kronthaler
in Unterzolling
bei Freising

M. SACHSE



In Memoriam

Dr. Michael Achtelig – Naturmuseum Augsburg

10.02. 1938 - 22.05. 2009

Documenta naturae

Nr. 196 Teil 8

2018

ISBN: 978-3-86544-196-6

ISSN 0723-8428

**Herausgeber der Zeitschrift Documenta naturae im
Verlag (Publishing House) Documenta naturae - München (Munich)**
Dipl.-Geol. A. Heyng, Alramstr. 30, 81371 München, heyng@amh-geo.de

Berater:

Editor emeritus: Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, 82140 Olching
Editor emeritus: Dr. Heinz J. Unger, Nußbaumstraße 13, 85435 Altenerding

Vertrieb: Dipl.-Ing. Herbert Goslowsky, Joh.-Seb.-Bach-Weg 2, 85238 Petershausen,
e-mail: goslowsky@documenta-naturae.de

Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten
Geologie, Paläontologie (Lagerstättenkunde, Paläophytologie, Stratigraphie usw.),
Botanik, Zoologie, Anthropologie, Domestikationsforschung, u.a.

Die Sonderbände behandeln unterschiedliche Themen aus den Gebieten Natur-
Kunst, Natur-Reiseführer oder sind Neuauflagen alter wissenschaftlicher Werke oder
spezielle paläontologisch-biologische Bestimmungsbände für ausgewählte Regionen.

Für die einzelnen Beiträge zeichnen die Autoren verantwortlich,
für die Gesamtgestaltung die Herausgeber.

©copyright 2018 Documenta Verlag. Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist
urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb des Urheberrechtsgesetzes
bedarf der Zustimmung des Verlages. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen
jeder Art, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und für Einspeicherungen in
elektronische Systeme.

Gestaltung und Layout: **H.-J. GREGOR & A. HEYNG**
Umschlagbild: Kiesgrube Kronthaler mit Grabungsstelle und fossilem Blatt

www.documenta-naturae.de

München 2018

Inhalt	Seite
SACHSE, M.: Eine neue mittelmiozäne Blatt-Florula aus der Kiesgrube Unterzolling bei Freising, Bayern	1-21

Documenta naturae	196	Teil 9	S. 1-21	1 Abb.	1 Tab.	5 Taf.	München	2018
-------------------	-----	--------	---------	--------	--------	--------	---------	------

Eine neue mittelmiozäne Blatt-Florula aus der Kiesgrube Unterzolling bei Freising, Bayern

M. SACHSE

Zusammenfassung

Kurzzeitig war in der Kiesgrube Unterzolling (KRONTHALER Kies) eine pflanzenführende Mergellinse aufgeschlossen, die einen laubwerfenden, von *Liquidambar europaea*, *Fraxinus* sp., *Ulmus pyramidalis* und *Salix* cf. *holzeri* dominierten Hartholz-Auenwald widerspiegelt. Dieser entwickelte sich innerhalb eines limnischen Stillwasserbereiches eines verflochtenen Flusssystems in der „Mittleren Serie“ der oberen Süßwassermolasse (OSM). Erfasst wurden etwa 100 Blattabdrücke, die 20 Arten zuzuordnen sind. Lithostratigraphische Korrelationen ermöglichen eine für derartige Ablagerungssysteme ungewöhnlich präzise Altersdatierung (14,7 +/- 0,1 Millionen Jahre) ins mittlere Badenium.

Schlüsselwörter: Bayerische Molasse, Miozän, Badenium, Paläoökologie, Stratigraphie, Blattflora

Abstract

For a short time in the gravel pit Unterzolling (KRONTHALER Kies) in the north from Freising a leaf bearing marl lense was exposed in the „Middle Series“ of the „Upper Freshwater Molasse“ (OSM). About 100 leaf impressions belonging to 20 species were identified. The composition indicates a hardwood floodplain forest bordering a little lake within a braided river system, dominated by *Liquidambar europaea*, *Fraxinus* sp., *Ulmus pyramidalis* und *Salix* cf. *holzeri*. Lithostratigraphical correlations allow an age determination into the Middle Badenian, which is unusually precise (14,7 +/- 0,1 Mio years) for such sedimentary settings.

Key words: Bavarian Molasse, Miocene, Badenian, leaf flora, palaeoecology, stratigraphy

Anschrift des Autors:

Dr. Markus Sachse, Rümmanstraße 57/V, 80804 München, Germany; e-mail: Sachse-m@gmx.de
Mitglied der Paläobotanisch-biostratigraphischen Arbeitsgruppe PBA im Naturmuseum Augsburg

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Einleitung	2
2. Geologischer Rahmen	3
3. Fossilienkatalog	3
4. Rückschlüsse aus der Zusammensetzung der Flora	8
4.1 Pflanzengemeinschaft und Ablagerungsmilieu	8
4.2 Florenstratigraphische Vergleiche	9
Danksagung	9
Literatur	10
Tafeln	12

1. EINLEITUNG

Die Grube Unterzolling im Landkreis Freising ist bereits für ihre Großsäugerfunde bekannt geworden (HEISSIG 1989, HUTTUNEN & GÖHLICH 2002). Der erstgenannte Autor erstellte auch eine grobe Stratigraphie und erwähnte hierbei eine weitere Pflanzenfundstelle knapp über dem Brockhorizont im Bereich der damaligen Grubensohle, die allerdings nicht aufgesammelt und nun nicht mehr angetroffen wurde.

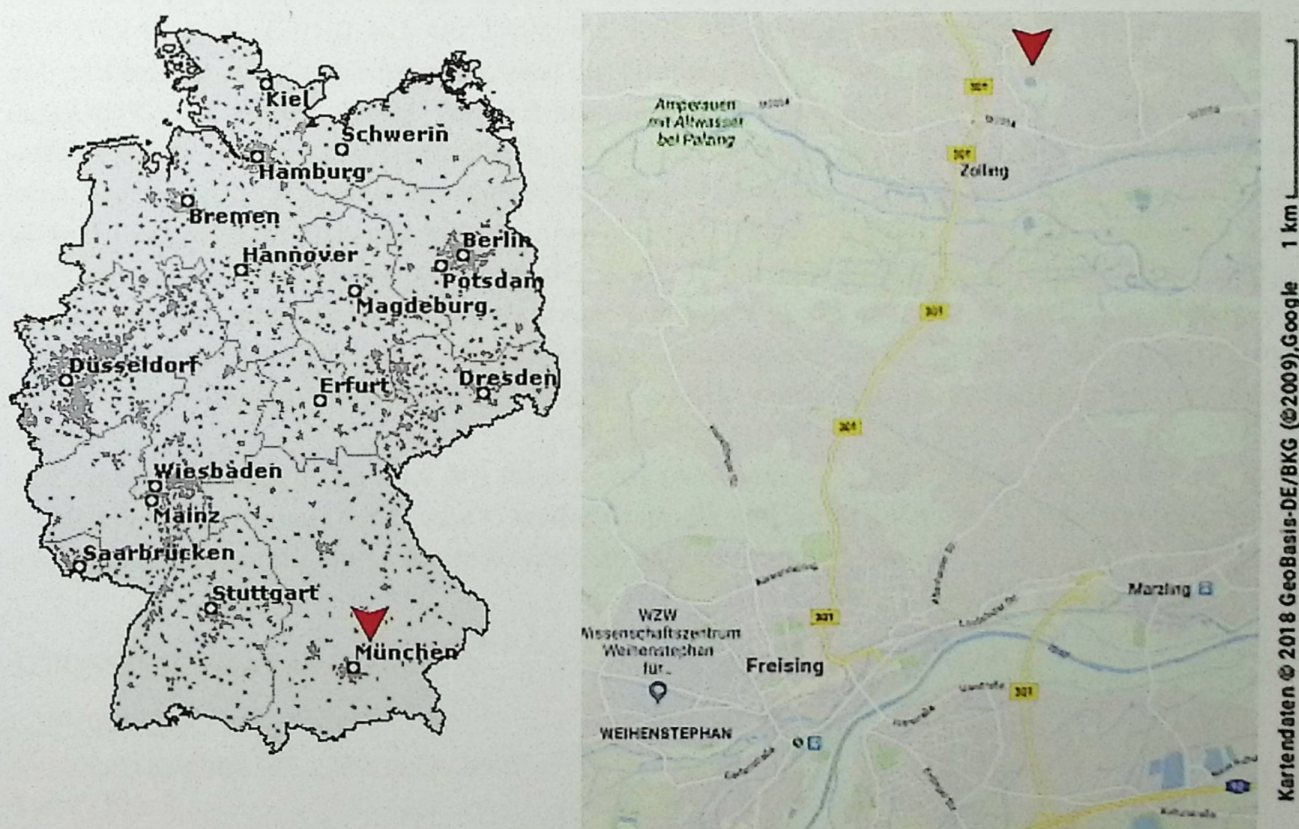


Abb. 1 Lage der Grube Unterzolling nördlich von Freising bei München in der Gemeinde Zolling; links auf der Deutschlandkarte (Abdruck freudl. Erlaubnis J. BAUM 2017), rechts auf google maps.

Bei einer Begehung der Grube im Spätsommer 2016 stieß der Autor der vorliegenden Arbeit auf eine fossilführende Mergellinse im oberen Bereich der Grube, die nach kurzer Aufsammlung eine interessante, wenn auch nicht sonderlich gut erhaltene Blattvergesellschaftung enthielt. Eine wenige

Wochen darauf erfolgte gemeinsame Aufsammlung mit den Kollegen H.-J. GREGOR, Olching, U. LIEVEN, Bedburg und H. SCHMITT, Dietramszell wurde zur Grundlage dieser Publikation. Leider konnte eine weitere, wetter- und terminbedingt auf das nächste Frühjahr verschobene Aufsammlung nicht mehr erfolgen, da auch diese Linse nicht mehr gefunden wurde. Im Frühjahr 2018 hingegen war ein kleiner Rest der Linse – eine Verwechselung kann nicht zuletzt wegen des Fossilgehaltes ausgeschlossen werden - wieder frisch in der Wand derartig angeschnitten, dass der Kontakt zu den einbettenden Kiesen des Nördlichen Vollschocher gut zu erkennen war (vgl. Taf.1, Fig.1, 2).

2. GEOLOGISCHER RAHMEN

Bemerkenswert ist vor allem die recht präzise bestimmbare Alterstellung der besagten Linse, welche auf einer durch Säugerzonierung gestützten lithostratigraphischen Sedimentationsabfolge beruht. Gemäß freundlicher Mitteilung von W. FIEST, der diese Grube bereits 1989 kartierte, befindet sich der Florenhorizont knapp unterhalb der sogenannten „Sand-Mergel-Decke“ im „Sedimentations-Zyklothema 9“ (OSM F, vgl. Taf. 1, Fig. 1, 2), die der Säugerzone MN 6 zugeordnet ist (HEISSIG 2006, hier als „Zyklus 9“ bezeichnet). Eine auf Säuger gestützte lithostratigraphische Abfolge solcher wiederkehrender Fining-Upward-Sedimentationszyklen innerhalb der mittleren Serie soll demnächst publiziert werden (FIEST in Vorbereitung).

Der unterhalb des Grubentiefsten auf etwa 436 mNN befindliche Brockhorizont wird von ROCHOLL et al. (2018) auf ca. 14,93 bis 15,0 Mio Jahre eingegrenzt. Er ist derzeit nicht aufgeschlossen; allerdings sind im Bereich der Grubeneinfahrt mehrere eindrucksvolle Belegstücke ausgestellt. Der Brockhorizont befindet sich unterhalb des basalen Teils des „Zyklothems 8“, welcher mit mächtigen Auenmergeln eines mäandrierenden Flusssystems abschließt. Im benachbarten, jetzt rekultivierten Kiesabbau Abersberg waren 1989 in der überlagernden Sand-Mergel-Decke 1,5 m Bentonit eingeschaltet (FIEST, mündl. Mitteilg.). Das Alter der Bentonite wird mit ca. 14,6 Mio Jahre angesetzt (HEISSIG 2006, ROCHOLL et al. 2018). Diese beiden datierbaren Horizonte umfassen den Zeitraum von Basis „Zyklothema 8“ bis Top „Zyklothema 9“, wobei die Dauer der einzelnen Zyklen als konstant anzunehmen ist (FIEST in Vorbereitung). Somit kann für die Flora ein Alter zwischen 14,8 bis 14,6 Mio Jahren (Mittleres Badium) veranschlagt werden.

In Zukunft wird vermutlich über den Ansatz auskartierbarer Sedimentationszyklen auch für andere Fundstellen eine weitaus detaillierte Altersbestimmung und somit auch eine Weiterentwicklung der bisherigen Florenstratigraphie in der Bayerischen Molasse möglich sein.

3. FOSSILIENKATALOG

CYPERALES

Monokotyledonae fam., gen. et sp. indet

Taf. 5, Fig. 2

Einige Fragmente entstammen vermutlich Sauergräsern, sind aber nicht mehr zuzuordnen. Abgebildet ist eine Sprossachse mit ausgeprägten Leitbündelöffnungen an den Nodien, die an submerse Laichkräuter (*Potamogeton*) erinnert.

PROTEALES

Platanaceae

Platanus europaea (UNGER) KNOBLOCH

Ein einziges Blattfragment dieser Art wurde aufgefunden.

SAXIFRAGALES

Altingiaceae

Liquidambar europaea AL. BRAUN

Taf. 3, Fig. 4

Diese Art dominiert die Blattflora, wobei etwa 80 % der Blätter der fünf-fingrigen Variante, 20 % der drei-fingrigen und eines der forma *protensa* zuzuordnen sind. Die Gattung ist typisch für Hartholz-Auwälder.

FABALES

Fabaceae

Leguminosites sp.

Einige asymmetrische, schlecht erhaltene Fiedern lassen sich nicht näher zuordnen.

ROSALES

Rosaceae

Rosa lignitum HEER

Taf. 3, Fig. 2

Zwei Blätter entsprechen mit ihrer semicraspedodromen Nervatur der rezenten *Rosa roxburghii* TRATT.

Ulmaceae

Ulmus L.

Diese Gattung ist am zweithäufigsten vertreten. Auch wenn der oft schlechte Erhaltungszustand und die hohe Blattvariabilität bei den rezenten Arten nicht immer eine eindeutige Zuordnung zulassen, so sind doch zwei verschiedene Blatttypen unterscheidbar. Sie werden in Anlehnung an MAI & WALTHER (1991) folgenden zwei Arten zugeordnet, die in ähnlichem Zahlenverhältnis zueinander auch in Unterwohlbach beobachtbar sind (vgl. SACHSE & SCHMITT 2016).

Ulmus pyramidalis GOEPPERT

Taf. 2, Fig. 2

Sehr schmale Blätter, mit über 15, dicht sitzenden Sekundärnerven und nur höchstens einem Nebenzahn bilden die Mehrheit.

Ulmus cf. *ruszowensis* HUMMEL

Taf. 5, Fig. 4

Wenige breitere Blattreste mit etwa 14 Sekundärnerven und bis zu 5 Nebenzähnen sind hierzu gehörig entsprechend der Artunterscheidung bei KNOBLOCH 1988.

FAGALES

Juglandaceae

cf. *Pterocarya paradisiaca* (UNGER) ILINSKAYA

Taf. 3, Fig. 3

Einige Fiedern mit abgerundeter bis schwach herzförmiger Basis dürften hierzu gerechnet werden. Allerdings sind Randzähnelung und Tertiärnervatur sehr schlecht erhalten, sodass auch eine

Zuordnung zu *Fraxinus* nicht ganz auszuschließen ist. Allerdings gelten beide Gattungen als gemäßigte Elemente von Auwäldern, womit die Interpretation hinsichtlich Ökologie und Klima weitgehend unverändert bliebe.

Betulaceae

Alnus gaudinii (HEER) KNOBLOCH & KVÁČEK

Taf. 4, Fig. 3

Ein einzelnes Blatt zeigt die für diese Art typische semicraspedodrome Verzweigung, einen deutlichen serraten Blattrand und percurrent verlaufende Tertiärnerven sowie die asymmetrische Basis. Es handelt sich um ein typisches Auwaldelement.

Alnus cf. menzelii RANIECKA -BOBROWSKA

Taf. 3, Fig. 5

Der untere Teil eines Blattes zeigt die typische Nervatur, feine Serration und herzförmige Basis. Die mit der rezenten *A. subcordata* C.A.MEY. verglichene Art wurde in der bayrischen Molasse bisher aus Achldorf (KNOBLOCH 1986), Unterwohlbach I (SACHSE & SCHMITT 2016) und wohl auch Massenhausen (als *A. macrophylla*, JUNG 1963) nachgewiesen. Sie stellt somit wohl ein hier eher „jüngeres“ Element dar.

MALPIGHIALES

Salicaceae

Salix holzeri KOVAR-EDER

Taf. 3, Fig. 4

Die Art ist charakterisiert durch ihre herzförmige Basis. Nicht immer ist dieses Merkmal so eindeutig zu erkennen, wie beim abgebildeten Exemplar, die Zuordnung aber doch bei einigen weiteren Blättern recht wahrscheinlich. In einigen Fällen scheint auch eine Zuordnung zu *S. varians* GÖPPERT oder *S. moravica* KNOBLOCH mit ihrer gerundeten Basis nicht ausgeschlossen.

Salix varians GOEPPERT

Taf. 3, Fig. 7

Zwei beschädigte Blattfragmente mit charakteristischer Zwischenervatur und Zähnelung könnten auf einen Ferntransport hinweisen.

Salix sp. 1

Taf. 4, Fig. 2

Ein unvollständiges, aus zwei Teilen bestehendes Blatt ohne Basis und Spitze, mit einem geschätzten Längen/Breitenverhältnis von 10/1 zeigt eine sehr deutliche Nervatur. Die weit auseinander liegenden, in spitzem Winkel entspringenden Sekundärnerven verlaufen stark aufwärts gebogen den Rand entlang. Im unteren Bereich erscheint das Blatt glatt, der obere Teil hingegen zeigt eine schwache, weit auseinander liegende Zähnelung. Abgesehen von deren glattem Rand ähneln *S. moravica* KNOBLOCH und *S. rosmariniformis* KOWNAS am ehesten diesem Blatt.

SAPINDALES

Sapindaceae

Acer sp.

Taf. 3, Fig. 6

Eine gewisse Ähnlichkeit der Samara ist zu Abbildungen von *A. hantkei* GREGOR in GREGOR & SCHMITT (2016) festzustellen, allerdings erlaubt der schlechte Erhaltungszustand keine genauere Bestimmung.

MALVALES

Malvaceae

Malvaceae vel Paulowniaceae

Dombeyopsis lobata UNGER vel *Paulownia* sp.

Taf. 2, Fig. 5

Zwei nicht vollständig erhaltene Blattreste zeigen die für eine Bestimmung ausreichend erhaltene Basis mit kräftiger Petiole und einem stellenweise kräftig gezähnten und - lt. KNOBLOCH & KVAČEK (1976) - für *Dombeyopsis* charakteristischen zerstreut-welligen Rand. Wie bei SACHSE & SCHMITT (2016) ausgeführt, ist allerdings eine rein morphologisch begründete Abtrennung von *Paulownia* kaum möglich. Beide Pflanzen sind typisch für Feuchtstandorte.

CORNALES

Nyssaceae

cf. *Nyssa bilinica* (UNG.) KVAČEK

Taf. 3, Fig. 1, Taf. 5, Fig. 4

Einige Blätter mit brochidodromer Nervatur und teilweise vereinzelt, schwach ausgebildeten Zähnchen zählen hierzu. Diese Art bevorzugt feuchte Standorte.

LAMIALES

Oleaceae

Fraxinus cf. *ungeri* LESQUEREUX

Taf. 2, Fig. 1

Mehrere Blätter weisen, sofern erhalten, eine feine Zähnelung auf. Ähnlichkeiten bestehen zu *F. ungeri* LESQUEREUX und *F. ettingshausenii* KOVAR-EDER. Mangels Kutikularanalyse kann hier keine genauere Bestimmung erfolgen. Da allerdings nicht immer wie beim abgebildeten Exemplar Nervatur und Randzone ausreichend erhalten sind, kann bei einigen Blättern auch die Zuordnung zu Juglandaceen, insbesondere *Cyclocarya* und *Carya* nicht ausgeschlossen werden.

DIPSACALES

Adoxaceae

cf. *Sambucus* L.

Taf. 5, Fig. 3

Zwei unvollständige ca. 8 bzw. 15 cm lange, schmal-elliptische Blattreste, von denen eines mit asymmetrischer Basis eine Seitenfieder, das andere hingegen die Endfieder mit anhängender, ansonsten entlaubter Rachis darstellt.

Nervatur ist semicraspedodrom, teils craspedodrom. Etwa vierzehn, unregelmäßig in stumpfem Winkel entspringende Sekundärnerven verlaufen aufwärts gebogen und verlieren sich in den Schlingen randlicher Tertiärnerven. Kräftige Tertiärnerven biegen nach außen zum Rand, wo sie sich weiter verzweigen. Unregelmäßig verlaufende Zwischennerven verlieren sich im Retikulum. Der Rand ist durch gerundete, ungleichmäßig dicht sitzende aufwärts gebogene Zähnchen charakterisiert.

Das Blatt ähnelt denen der beiden auf Ruderalflächen Süd- und Südosteuropas wachsenden Arten *Sambucus ebulus* L. (Zwergholunder) und *S. racemosa* L. (Roter Holunder), aber auch anderen Arten wie der ostasiatischen *S. adnata* WALL und *S. williamsii* HANCE. ex DC. Von der anderen europäischen Art *S. nigra* unterscheidet es sich durch eine höhere Anzahl an Sekundärnerven.

Während die u.a. auch mit *S. williamsii* in Beziehung gebrachten Samen (vgl. MAI 2001) von *S. pulchella* REID und der mit ihr verwandten *S. lucida* DOROVEEF häufiger anzutreffen sind (z.B. HUANG et al. 2012), fehlen Belege für Blätter dieser Gattung bisher. *S. pulchella* ist nach KOVAR-EDER & KRAINER (1988) ein Auwald-Element.

Allerdings ist auch eine gewisse Ähnlichkeit zu einigen Arten von *Viburnum* vorhanden, sodass eine Zuordnung zu dieser verwandten Gattung nicht ganz auszuschließen ist. Die rezenten Arten sind sehr vielgestaltig und somit auch die mit ihnen verglichenen fossilen Arten.

Hier wäre vor allem die rezente *V. prunifolium* zu nennen, die allerdings weniger und in spitzerem Winkel entspringende Sekundärnerven aufweist. Die miozäne *V. hungaricum* ANDR. unterscheidet sich mit craspedodromer Sekundärnervatur und gröber gesägtem einfach serratem Rand.

INCERTAE SEDIS

Dicotylophyllum sp. 1

Taf. 3, Fig. 8

Ein offenbar zusammengerolltes Blatt lässt an einer Seite einen glatten Blattrand erkennen. Die schlechte Erhaltung lässt auch hier keine genaue Bestimmung zu, doch könnte es sich um ein immergrünes Blatt z.B. einer Lauraceae handeln. Es wäre dann der einzige Beleg einer immergrünen Art.

Dicotylophyllum sp. 2

Taf. 4, Figs. 1, 4

Bei einigen noch zusammenhängenden Blätter ist unklar, ob es sich um sehr asymmetrische Fiederblätter handelt, bei denen das distale Seitenblättchen nicht von der Petiole, sondern der Mittelrippe der Endfieder, die hier stark asymmetrisch verjüngt ist, zu entspringen scheint. Die Seitenblättchen sind in distaler Richtung zur Endfieder zunehmend größer. Es könnte sich aber auch um Zweige mit überlagernden Blättern handeln. Der Rand ist durch spitze nach vorn ausgerichtete Zähnen charakterisiert, die in Größe und Dichte variieren. Im ersten Fall könnten es sich um Fragmente asymmetrischer vier-lappiger *Liquidambar*-Blätter handeln. Andernfalls ist an eine Überlagerung von Juglandaceen- oder *Fraxinus*-Blätter zu denken, insbesondere *F. pliocenica* KNOBLOCH. Eine starke Ähnlichkeit besteht zu Rosaceen, insbesondere *Laurocerasus*, da die kaum erkennbare Feinnervatur an ein ledriges, immergrünes Blatt denken lässt, allerdings dafür eine längere Petiole aufweist. Das in ZHILIN (1974) abgebildete Exemplar von *L. praeofficinalis* ZHILIN unterscheidet sich allerdings in der Zähnelung.

Es handelte sich in einem solchen Fall wohl um den einzigen Repräsentanten einer immergrünen Vegetation, wobei die heutige Lorbeerkirsche in warm-gemäßigten Gebüsch und Mischwäldern Südosteuropas wächst.

4. RÜCKSCHLÜSSE AUS DER ZUSAMMENSETZUNG DER FLORA

4.1 Pflanzengemeinschaft und Ablagerungsmilieu

<i>Liquidambar europaea</i>	31	<i>Pterocarya paradisiaca</i>	2
<i>Salix holzeri</i>	12	<i>Rosa ligmnitum</i>	2
<i>Fraxinus</i> sp.	11	<i>Salix varians</i>	2
<i>Ulmus pyramidalis</i>	11	<i>Alnus gaudinii</i>	1
<i>Ulmus</i> cf. <i>ruszowensis</i>	6	<i>Alnus menzelii</i>	1
Monokotyledone indet.	4	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 1	1
cf. <i>Nyssa bilinica</i> forma <i>haidingeri</i>	3	<i>Laurocerasus praeofficinalis</i>	1
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 2	3	<i>Platanus leucophylla</i>	1
cf. <i>Sambucus</i> sp.	2	<i>Salix</i> vel Juglandaceae	1
<i>Dombeyopsis lobata</i> vel <i>Paulownia</i> sp.	2	<i>Salix</i> sp. 1	1
Leguminosae	2	<i>Acer</i> sp. (Samara)	1

Tab. 1 Quantitative Zusammensetzung der Flora

Besonderheit dieser Florenzusammensetzung ist die auffällige Dominanz von *Liquidambar* und insbesondere fiederblättrigen Elementen (*Fraxinus*, *Pterocarya*) sowie Weiden und Ulmen.

Nach der Blatttypenmethode von GREGOR (1982) entspricht sie gemäß dieser Zusammensetzung einer „fgmp“-Flora. Aufgrund der geringen Fundzahl und der durch schlechten Erhaltungszustand bedingten Bestimmungsunsicherheiten ist bei Klassifikation und Interpretation natürlich Zurückhaltung geboten.

Eine ebenfalls ausgeprägte *Liquidambar*-Dominanz ist von HANTKE (1954) in der Schrotzburg, genauer im oberen Bereich des oberen Pflanzenlagers beobachtet worden, auch hier gemeinsam mit *Ulmus longifolia* UNGER (= *pyramidalis*), allerdings auch mehr *Platanus aceroides* GOEPPERT (= *leucophylla*) und *Salix lavateri* A. BRAUN s. HANTKE, sowie mit *Populus*, dafür ohne *Fraxinus* und *Pterocarya*.

KOVAR-EDER & KRAINER (1991) interpretieren Massenvorkommen von der hier ebenfalls nachgewiesenen *S. holzeri* KOVAR-EDER und *Fraxinus ettingshausenii* KOVAR-EDER im Pannon der Steiermark als Pioniergehölze eines sich entwickelnden Auwaldes. Auch die Begleitflora ist sehr ähnlich: *Acer*, nur als Pollen: *Liquidambar*, *Pterocarya*.

Offenbar handelt es sich in Unterzolling um Zeugnisse eines laubwerfenden Hartholz-Auenwaldes. Dieser war ständigen dynamischen Prozessen unterworfen, die immer wieder Lücken in die Baumkronen rissen. Insbesondere zusammengesetzte Fiederblätter sind nach GIVNISH (1979) bevorteiligt, wenn es darum geht, wer am schnellsten die Lücken im Sonnendach wieder schließen kann. Denn bei Trockenheit ist Abwurf und nachfolgende rasche Neubildung einer unverholzten Rachis weniger aufwendig als das Wachsen ganzer Zweigen. Auch lassen sich Blattfiedern im Bedarfsfall leichter ein-, bzw. später auch wieder ausrollen. Eine weitere Strategie von Pioniergehölzen wie *Dombeyopsis lobata* oder *Paulownia* war es, große Schattenblätter zu produzieren um Konkurrenten auszubremsen. In den dennoch kurzfristig bestehenden Lichtungen breiteten sich Sträucher von Rosengewächsen aus. Hingegen sind eigentliche Weichholz-Auenelemente wie *Salix lavateri* und *Populus* spp., wie sie in längerfristig überfluteten, tiefer gelegenen Standorten wachsen, nicht nachgewiesen. Diese wären wohl typischer für stabilere Auwald-Standorte von mäandrierenden Systemen. Für *Salix holzeri* sind offenbar andere Standortvoraussetzungen als für *S. lavateri*, *S. haidingeri* und *S. varians* anzunehmen. So beschreiben Edwards et al. (1999) wechselnde rezente Vergesellschaften mit 5 *Salix*-Arten auf sich

entwickelnden Kiesbarren des norditalienischen verflochtenen Flusses Tagliamento. Es dürfte sich also auch in unserem Fall im Ablagerungsbereich um ein stark veränderliches braided-river-system mit ausgeglichenem Relief und nur kurzen Überflutungen gehandelt haben. Eine solche Interpretation steht auch im Einklang mit den Sedimentstrukturen, da die wohl mehrere 10er Meter weite und 1m mächtige, gut geschichtete Pflanzen-führende limnische Mergellinse in diesem Bereich in überwiegend fein- bis mittelkiesige Rinnenablagerungen eingeschaltet ist. Der relativ hohe Anteil noch zusammenhängender beblätterter Zweige und Fiederblätter, Holzreste sowie die geringe Taxaanzahl lässt darauf schließen, dass die Ablagerung überwiegend autochthon und parautochthon erfolgte. Von etwas entfernten Standorten dürften hingegen fragmentierte einzelne Blattreste von *Salix* sp. (vel Juglandaceae), cf. *Dicotylophyllum* sp. 1, *Alnus*, sowie auch die Samara von *Acer* eingetragen worden sein, da Blätter dieser Gattung nicht anzutreffen waren.

4.2 Florenstratigraphische Vergleiche

Der fehlende gesicherte Nachweis immergrüner Elemente sowie die untypisch geringe Artenzahl weisen darauf hin, dass wohl ein räumlich eng umgrenztes Habitat erfasst ist. Somit sind auch stratigraphische Methoden, wie statistische Blattrandanalysen, Ermittlung von des Anteils paläotropischer Elemente, sowie von relativer Häufigkeit charakteristischer Zeigertaxa (vgl. GREGOR 1982, KNOBLOCH in GREGOR et al. 1989, WEBENAU 1995) hier nur eingeschränkt anwendbar.

Einerseits würde nämlich ein Fehlen immergrüner Elemente auf die jüngere Serie im Sinne KNOBLOCHs bzw. den Phytozonen-Komplex „PZK 4s“ WEBENAUs hinweisen, welche der Säugerzone MN 7 und somit dem Sarmat entspräche. Säugerzone MN 7 tritt zwar in Steinheim auf, ist aber im Molassebecken in Folge einer Erosionsdiskordanz nicht nachweisbar bzw. ausgebildet (Mitt. FIEST). In einer vorläufigen Zusammenschau verschiedener angewandter stratigraphischer Ansätze (GREGOR & SACHSE 2016, Tab. 8) ist die Flora irrtümlicherweise jedoch noch dem 8. Zyklotem (sensu HEISSIG & FIEST 1990) zugeordnet.

Andererseits fehlen in der Flora „stratigraphisch jüngere“ Elemente wie stachelspitzige Eichen. So ist ein Fehlen der älteren *Daphnogene* und jüngerer Eichen auch in der Fundstelle Breitenbrunn zu beobachten, die ebenfalls ins MN6 gehört und von GREGOR & KNOBLOCH (2016) der Phytozone „OSM 3b2“ zugeordnet wurde. Auch dort ist eine *Liquidambar*-Dominanz festzustellen, allerdings zusätzlich in Verbindung mit vielen Weichholzauelementen. Ebenfalls in diese Phytozone fällt die all diese Elemente enthaltende Flora von Unterwohlbach (GREGOR & SCHMITT 2016; SACHSE & SCHMITT 2016).

Die eingangs diskutierte lithostratigraphische Einstufung von Unterzolling ins mittlere Badenium steht zumindest in keinem Widerspruch zu dieser Phytozone und setzt einen der bisher wenigen gut datierten „Ankersteine“ für die Phytostratigraphie sowie darauf basierende fazielle Differenzierung der Molassefloren.

DANKSAGUNG

Ohne die Überlassung der pflanzlichen Funde durch die Kollegen U. LIEVEN und H. SCHMITT wäre sicher keine ausreichende Menge an Probenmaterial zur Verfügung gestanden, um eine

Vorstellung über die Flora erhalten zu können. Außer meiner Frau A. SACHSE begleitete auch Kollege H.-J. GREGOR die Untersuchungen im Gelände und lieferte wertvolle Beiträge.

Für Erläuterungen im Gelände und Hinweise zur bio- und lithostratigraphischen Stellung der Flora danke ich Kollegen W. FIEST. Allen zuvor genannten sei auch für die kritische Durchsicht des Manuskripts gedankt.

Nicht zuletzt erleichterte die Erlaubnis zum Befahren der Kiesgrube durch Familie SCHNEIDER sehr die Geländearbeiten.

LITERATUR

- BAUM, J. (2017): <http://www.postleitzahl.org/bayern/> (abgerufen am 27. Februar 2017).
- EDWARDS, P. J., KOLLMANN, J., GURNELL, A. M., PETTS, G. E., TOCKNER, K. & WARD, J. V. (1999): A conceptual model of vegetation dynamics on gravel bars of a large Alpine river.- *Wetlands Ecology and Management* 7 (3). S. 141–153.
- GIVNISH, T. (1979): On the adaptive significance of leaf form. In: SOLBRIG, O. T., JAIN, S., JOHNSON, G. B. & RAVEN, P. H. (Hrsg.): *Topics in plant population biology*; New York (Columbia); 375–407.
- GREGOR, H.-J. (1982): Eine Methode der ökologisch-stratigraphischen Darstellung und Einordnung von Blattfloren unter spezieller Berücksichtigung der Tertiär-Ablagerungen Bayerns.- *Verh. Geol. B.-A.*, 2: 5–18.
- GREGOR, H.-J., HOTTENROTT, M., KNOBLOCH, E. & PLANDEROVA, E. (1989a): Neue mega- und mikrofloristische Untersuchungen in der jungtertiären Molasse Bayerns.- *Geol. Bavarica*, 94: 272–360.
- GREGOR, H.-J., HOTTENROTT, M., MEYER, K.-D. & THIELE-PFEIFER, H. (1989b): Neue geologisch-paläontologische Ergebnisse aus den Tagebauen der Oberpfälzer Braunkohle (Naab-Molasse, Miozän).- *Documenta Naturae*, 55: 1–78.
- GREGOR, H.-J. & KNOBLOCH, E. (2016): Die Fundstelle Breitenbrunn (Kirchheim/Schwaben) und ihre fossile Flora im Miozän der Oberen Süßwassermolasse.- *Documenta Naturae*, 196 (4): 21–35.
- GREGOR, H.-J. & SACHSE, M. (2016): Die miozäne Fundstelle Unterwohlbach bei Hohenkammer (Kreis Freising) - 1B Paläophytologie, Fauna, Palökologie, Paläoklima, Phyto-Stratigraphie. *Documenta naturae* 196 (6). S. 19–77.
- GREGOR, H.-J. & SCHMITT, H. (2016): Die miozäne Fundstelle Unterwohlbach bei Hohenkammer (Landkreis Freising) - III Die Fruktifikationen. *Documenta Naturae* 196 (6) S. 1–80.
- HANTKE, R. (1954): Die fossile Flora der obermiozänen Oehninger Fundstelle Schrotzburg.- *Denkschr. schweizer. naturforsch. Ges.*, 80: 27–118.
- HEISSIG, K. (1989): Neue Ergebnisse zur Stratigraphie der mittleren Serie der Oberen Süßwassermolasse Bayerns.- *Geol. Bavar.*, 94: 239–257.
- HEISSIG, K. (2006): Biostratigraphy of the „main bentonite horizon“ of the Upper Freshwater Molasse in Bavaria.- *Palaeontographica, A* 277: 93–102.
- HEISSIG, K. & FIEST, W. (1994): Bio- und Lithostratigraphie der Älteren und Mittleren Serie der Ober- en Süßwassermolasse Bayerns mit Berücksichtigung des Riesereignisses.-

unveröffentlichter Abschlussbericht an die Deutsche Forschungsgemeinschaft, Projekt II C 6 He 621/7-1, 65 S., 19 Abb.

- HUANG, Y., JACQUES, F. M. B., LIU, Y.-S. (Christopher), SU, T., XING, Y., XIAO, X. & ZHOU, Z. (2012): New fossil endocarps of *Sambucus* (Adoxaceae) from the upper Pliocene in SW China.- Review of Palaeobotany and Palynology, **171**: 152–163.
- HUTTUNEN, K. & GÖHLICH, U. B. (2002): A partial skeleton of *Prodeinotherium bavaricum* (Proboscidea, Mammalia) from the Middle Miocene of Unterzolling (Upper Freshwater Molasse, Germany).- Geobios, **35**: 489–514.
- JUNG, W. (1963): Blatt- und Fruchtreste aus der oberen Süßwassermolasse von Massenhausen, Kreis Freising (Oberbayern).- Palaeontographica, **B 112** (6): 119–166.
- KNOBLOCH, E. (1969): Tertiäre Floren von Mähren.- 201 S., 77 Taf.; Brno (Moravské Museum).
- KNOBLOCH, E. (1986): Die Flora aus der oberen Süßwassermolasse von Achldorf bei Vilsbiburg (Niederbayern).- Documenta Naturae, **30**: 15–48.
- KNOBLOCH, E. (1988): Neue Ergebnisse zur Flora aus der Oberen Süßwassermolasse von Aubenham bei Ampfling (Krs. Mühldorf am Inn).- Documenta Naturae, **42**: 1–27.
- KNOBLOCH, E. & KVAČEK, Z. (1976): Miozäne Blätterfloren vom Westrand der Böhmisches Masse.- Ustredniho ustavu geologickeho, **42**: 1–131.
- KOVAR-EDER, J. & KRAINER, B. (1988): Die Flora und Facies des Fundpunktes Höllgraben südöstlich von Weiz Unterpannonium, Steirisches Becke.- Mitt. Abt. Geol. und Paläont. Landesmuseum Joanneum, **47**: 27–51.
- KOVAR-EDER, J. & KRAINER, B. (1991): Flora und Sedimentologie der Fundstelle Reith bei Unterstrocha, Bezirk Feldbach in der Steiermark (Kirchberger Schotter, Pannonium C, Miozän).- Jb. Geol. B.-A. **134** (4). S. 737–771.
- MAI, D. H. (2001): Die mittelmiozänen und obermiozänen Floren aus der Meuroer und Raunoer Folge in der Lausitz. II. Dikotyledonen.- Palaeontographica, **B 257**: 35–147.
- MAI, D. H. & WALTHER, H. (1991): Die oligozänen und untermiozänen Floren NW-Sachsens und des Bitterfelder Raumes.- Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden, **38**: 1–48.
- ROCHOLL, A., SCHALTEGGER, U., GILG, H. A., WIJBRANS, J. R. & BÖHME, M. (2018): The age of volcanic tuffs from the Upper Freshwater Molasse (North Alpine Foreland Basin) and their possible use for tephrostratigraphic correlations across Europe for the Middle Miocene.- Int. J. Earth Sci., **107** (2): 387–407.
- SACHSE, M. & SCHMITT, H. (2016): Die miozäne Fundstelle Unterwohlbach bei Hohenkammer (Kreis Freising) – II Die Blattfloren.- Documenta Naturae **196** (6): 1–99.
- SCHMID, W. (1995): Lithofazielle Untersuchungen im tertiären Hügelland nördlich von Dasing (Landkreis Aichach-Friedberg) einschließlich Erläuterungen zur geologischen Karte.- Dissertation, Inst. f. Pal. Hist. Geol. Univ. München. 164 S.
- SCHMID, W. (2002): Ablagerungsmilieu, Verwitterung und Paläoböden feinklastischer Sedimente der Oberen Süßwassermolasse Bayerns.- Abh. Bayerische Akademie der Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, N.F. **172**.; 247 S.
- WEBENAU, B. v. (1995): Jungtertiäre Blattfloren der oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands.- Documenta Naturae, **98**: 1–147.
- WOROBIEC, G., WOROBIEC, E. & KVAČEK, Z. (2010): Neogene leaf morphotaxa of Malvaceae s.l. in Europe.- International Journal of Plant Sciences, **171** (8): 892–914.
- ZHILIN, S. G. (1974): The Tertiary floras of the Plateau Ustjurt (Transcaspia).- Leningrad. 124 S; Leningrad (Komarov Botanical Institute of the Academy of Sciences of the USSR)

Tafel 1

Fig. 1: Position der Pflanzen-führenden limnischen Mergellinse (B) in der Grube Kronthaler, eingebettet in sandigen Kiesen (C) der braided-river-Rinne des Zyklolithems 9. Die bräunlich-grünen Farben im Hangenden entsprechen bereits Paläoböden eines mäandrierenden Systems der überlagernden Sand-Mergel-Decke (A). In dieser sind vereinzelt eingelagerte Bentonite mit einem Alter von etwa 14,6 Mio Jahren aufgeschlossen. Foto H.-J. GREGOR, März 2018

Fig. 2: Nahaufnahme der in sandige Kiese eingebetteten und oben gekappten, gut geschichteten Mergellinse. Der größte Teil ist bereits dem Abbau zum Opfer gefallen. Der Hammerstiel links unten ist 10cm lang. Foto H.-J. GREGOR, März 2018

Tafel 1



Tafel 2

Fig. 1: *Fraxinus* sp. LESQUEREUX, Slg. SCHMITT, Inv. Nr. D-176-1. Maßstab wie Fig. 2

Fig. 2: *Ulmus pyramidalis* GOEPPERT, Slg. SCHMITT, Inv. Nr. D-176-4

Fig. 3: *Salix holzeri* KOVAR-EDER, Slg. SCHMITT, Inv. Nr. D-176-27

Fig. 4: *Dombeyopsis lobata* UNGER vel *Paulownia* sp., Slg. SCHMITT, Inv. Nr. D-176-19

Tafel 2



Tafel 3

Fig. 1: cf. *Nyssa bilinca* (UNG.) KVAČEK, Slg. SCHMITT, Inv. Nr. D-176-26

Fig. 2: *Rosa lignitum* HEER, Slg. SACHSE, Inv. Nr. Zol-3

Fig. 3: *Pterocarya paradisiaca* (UNGER) ILINSKAYA, Slg. SACHSE, Inv. Nr. Zol-14. Maßstab wie Fig. 2

Fig. 4: *Liquidambar europaea* AL.BRAUN, Slg. LIEVEN, Inv. Nr. 5517

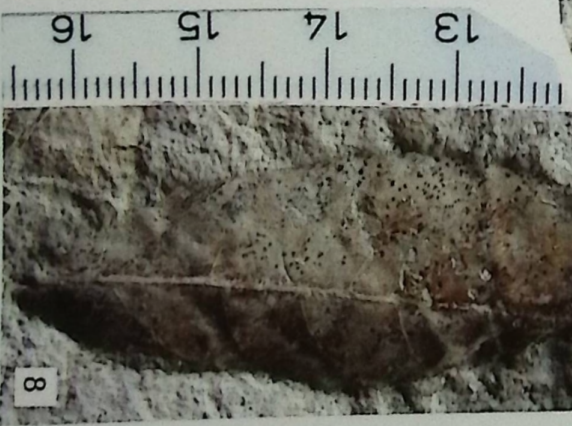
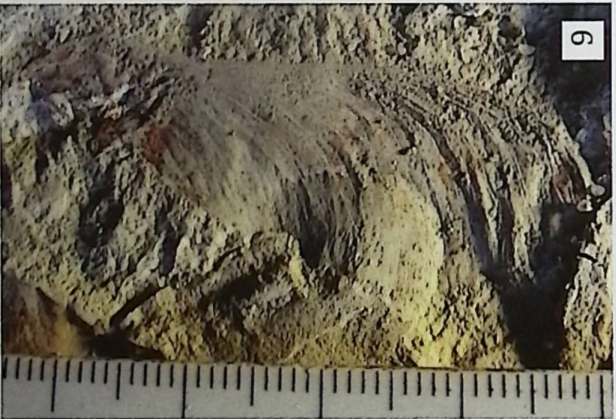
Fig. 5: *Alnus* cf. *menzelii* RANIECKA -BOBROWSKA, Slg. SCHMITT, Inv. Nr. 176-1-2

Fig. 6: *Acer* sp., Samara, Slg. SACHSE, Inv. Nr. Zol-1

Fig. 7: *Salix varians* GOEPPERT, Slg. SACHSE, Inv. Nr. Zol-13

Fig. 8: *Dicotylophyllum* sp. 1, Slg. SCHMITT, Inv. Nr. D-176-3

Tafel 3



Tafel 4

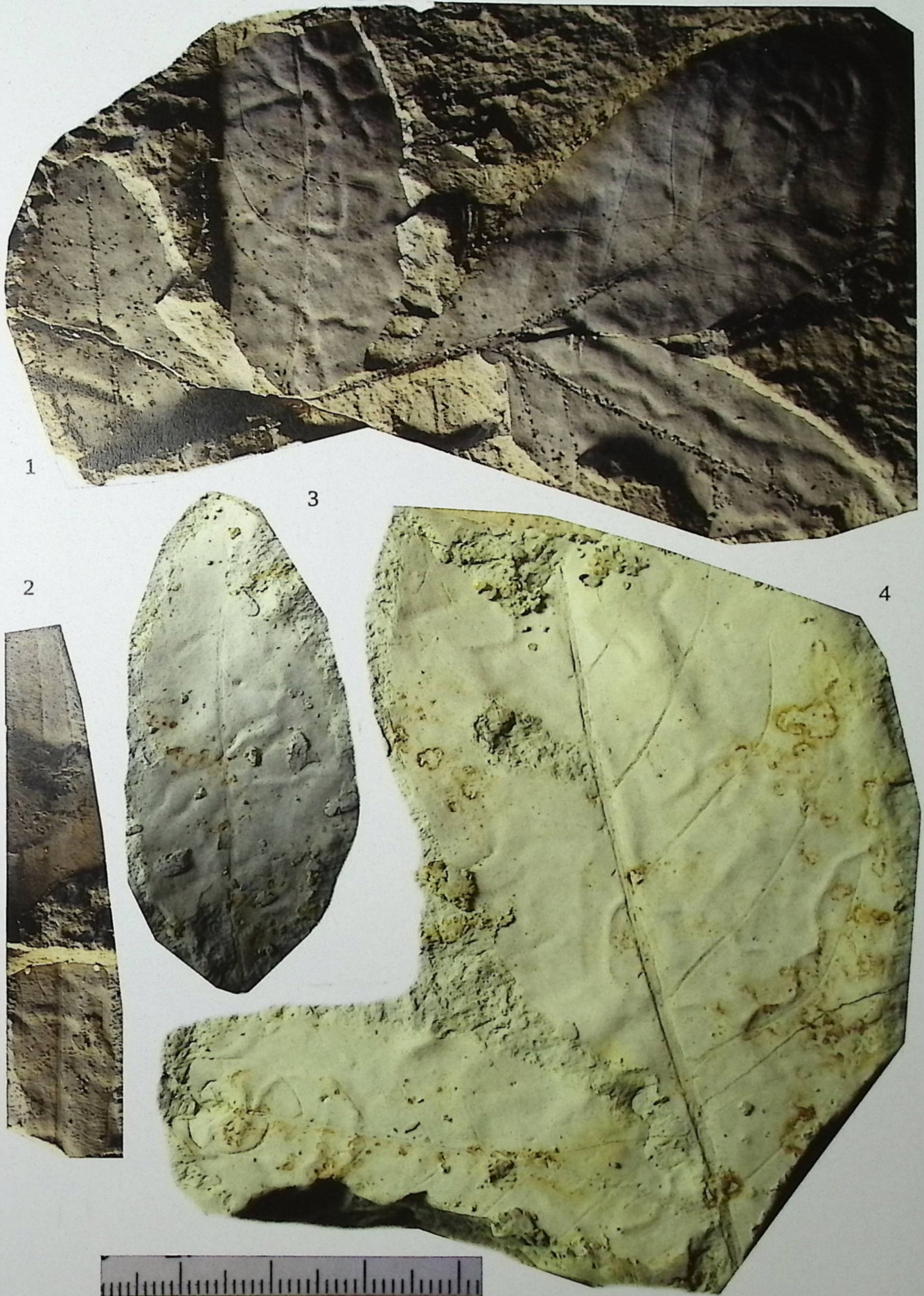
Fig. 1: *Dicotylophyllum* sp. 2, Slg. SACHSE, Inv. Nr. Zol-24

Fig. 2: *Salix* sp. 1, Slg. SACHSE, Inv. Nr. Zol-19

Fig. 3: *Alnus gaudinii* (HEER) KNOBLOCH & KVAČEK, Slg. LIEVEN, Inv. Nr. 5513

Fig. 4: *Dicotylophyllum* sp. 2, Slg. LIEVEN, Inv. Nr. 5511

Tafel 4



Tafel 5

Fig. 1: *Fraxinus* sp., Slg. SACHSE, Inv. Nr. Zol-25. Maßstab wie Fig. 4

Fig. 2: Monokotyledonae gen. et sp. Indet., Slg. SACHSE, Inv. Nr. Zol-28

Fig. 3: cf. *Sambucus* L., Slg. SCHMITT, Inv. Nr. D-176-4b. Maßstab wie Fig. 4

Fig. 4: cf. *Nyssa bilinca* (UNG.) KVAČEK und *Ulmus* cf. *ruszowensis* HUMMEL, Slg. SCHMITT, Inv. Nr. D-176-30

Tafel 5

