documenta n a t u r a e Nr. 196 Teil 1

Neues aus der Oberen Süßwasser-Molasse



Köcherfliegen

und

Floren





In Memoriam

Dr. Michael Achtelig - Naturmuseum

10.02.1938-22.05.2009

Documenta naturae

Nr. 196 Teil 1

2014

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 2014 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: Fotos der Köcherfliege, fossile Pflanzenfunde und ein NachrufEmblem

www. documenta-naturae.de München 2014

Inhalt von Band 196, Teil 1	Seite
RUMMEL, M.: Dr. habil. Michael Achtelig + 22.05.2009	I-II
GREGOR, HJ.: In Memoriam Dr. habil. Michael Achtelig 10.02.1938-22.05.2009	III-IV
JÄCKEL, R. & GREGOR, HJ.: Molassoterrindusia heyngii nov. gen. et sp	
Erstnachweis mittelmiozäner Köcherfliegen (Trichoptera) aus der Oberen	
Süßwassermolasse von Pfaffenzell (Lkr. Augsburg, Schwaben)	1-25
RIEDERLE, R. GREGOR, HJ. & SEEHUBER, U.: Zwei altersverschiedene	
miozäne Makro-Floren aus der Oberen Süßwassermolasse von Derndorf	
(Kirchheim i. Schwaben, Unterallgäu)	27-57
GREGOR, HJ. & RUMMEL, M.: Das Naturmuseum Augsburg – ein Höhepunkt	
der naturkundlichen Ausstellungskunst, der Wissenschaft und der Bewahrung von	
Naturgütern – eine Hommage an eine Institution und ihre Sammlungen, ihre	
Mitarbeiter und Sponsoren	59-72

Dr. habil. Michael Achtelig + 22.05.2009

Dr. Michael Rummel - Museumsleiter

Als Mitarbeiter am Naturmuseum und später als Nachfolger lernte ich Dr. habil. Michael Achtelig erst als dienstlichen Vorgesetzten und später in freundschaftlicher Beziehung auch als Privatperson kennen und schätzen. Selbst einige Jahre nach seinem Ableben ist es mir nicht leicht, in wenigen Sätzen das zu würdigen, was er in seiner Tätigkeit als Leiter des Naturmuseums der Stadt Augsburg in den Jahren von 1978 bis 2003 geleistet und erreicht hat.

Die Neueröffnung des Museums im Jahr 1992 wäre ohne sein zielstrebiges und fachliches Engagement nicht denkbar gewesen. In relativ kurzer Zeit entstand ein modernes und naturwissenschaftlich breitgefächertes Museum, welches innerhalb kurzer Zeit eine überregionale museal und wissenschaftlich Bedeutung und Beachtung erlangte.

Die thematische Auswahl, sowie die wissenschaftliche Konzeption der öffentlich zugänglichen Dauerausstellung, welche weitgehend von ihm konzipiert wurde, führte zu einer zeitlosen, pädagogisch und architektonisch anspruchsvollen Umsetzung und Präsentation. Sein akribischer, akkurater Arbeitsstil, welcher immer auch ästhetischen Aspekten und Prinzipien folgte, prägte den besonderen individuellen Charakter des Naturmuseums. Michael Achtelig hat es verstanden, bei der Darstellung von oftmals schwierigen wissenschaftlichen Zusammenhängen dem Besucher auch die Schönheit und Vielfalt der Natur vor Augen zu führen. Dies, und seine museumspädagogische Begabung waren und sind der Garant für den enormen Zuspruch in der Bevölkerung, welches "sein" Museum erfahren hat, bzw. noch erfährt.

Seine Wertschätzung der Natur, verbunden mit der Leidenschaft zur wissenschaftlichen Dokumentation von Naturobjekten führte dazu, dass die Kollektion des Naturmuseums der Stadt Augsburg zu den großen Sammlungen Deutschlands zählen. Mit großem Geschick im Umgang mit Sammlern, Sponsoren und ehrenamtlich tätigen Personen, ist es ihm gelungen, dass - aufbauend auf den alten Sammlungsbeständen - innerhalb weniger Jahre eine umfangreiche Dokumentation an biologischen und geowissenschaftlichen Objekten aufgebaut wurde.

Sowohl der Sammlungsaufbau als auch die museale Konzeption und Gestaltung unterschiedlicher Themenbereiche des Naturmuseums dokumentieren sein hohes Maß an Befähigung zur effektiven und schnellen Einarbeitung in die jeweiligen naturwissenschaftlichen Fachrichtungen.

Besonders ist mir im Gedächtnis geblieben, dass er sich im Berufsalltag mit all den Verwaltungs- und Organisationsaufgaben eine geradezu kindliche (im positiven Sinn!), staunende Begeisterung für die Natur mit ihren komplizierten Abläufen und Vorgängen erhalten konnte.

Die authentische, in sich ruhende und tiefgläubige Persönlichkeit Michael Achtelig habe ich im täglichen Umgang immer als ausgesprochen angenehm und bereichernd empfunden – nicht zuletzt auch wegen seiner objektiven und ruhigen Art im Umgang mit unterschiedlichen Herausforderungen und Problemstellungen. Gerne erinnere ich mich auch an die vielfältigen naturwissenschaftlich und oftmals philosophisch ausgerichteten Gespräche, bei welchen sein enorm umfangreiches, (geistes- und naturwissenschaftliches) Wissen zum Ausdruck kam.

Auch nach dem Eintritt in den Ruhestand war Michael Achtelig "seinem" Naturmuseum sehr verbunden und hat seine Fachkenntnisse weiterhin speziell in die Sammlungsarbeit eingebracht.

Die vorliegende Publikation widmen wir als kleines Dankeschön für sein Lebenswerk "Naturmuseum" unserem leider viel zu früh verstorbenen Kollegen und Freund

Dr. habil. Michael Achtelig

In Memoriam Dr. habil. Michael Achtelig

10.02.1938-22.05.2009

Von Hans-Joachim GREGOR

Als bei der offiziellen Verabschiedung des Kollegen Michael Achtelig durch die Stadt Augsburg seine Verdienste um das Naturmuseum gewürdigt wurden, konnte man nicht ahnen, dass Kollege Achtelig nicht mehr sehr viel Zeit in seinem verdienten Ruhestand verbleiben würde.

1978 war Michael Achtelig die Leitung des Museums anvertraut worden, die für ihn als Naturwissenschaftler eine Verpflichtung war.

Seine zwei Ziele, die er nach eigener Anschauung immer im Auge hatte, waren:

- Bereicherung der Sammlung durch besondere Stücke zwecks Ausstellung und systematischer Sammlung
- Profunde Vermittlung naturwissenschaftlicher Kenntnisse, besonders an jüngere "Semester", Kinder, Jugendliche und Laien

Diese Einheit von Naturmuseum und Naturwissenschaften spürt man heute noch in der Ausstellung und in der Sammlung, die der Autor pflegen und selbständig betreuen durfte – jedenfalls das geologisch-paläontologische Material und speziell das der Molasse. Die Entomologie und Conchyliologie waren "Chefsache" mit sehr vielen überlappenden Aspekten bei fossilen Muscheln und Schnecken sowie Insekten.

Ein Dank und ein Nachruf betonten dessen Befähigung zur Leitung des Naturmuseums und seine breit gesteckten Interessen in den Naturwissenschaften (Pfeuffer 2003, 2009).

Seit der Eröffnung des Naturmuseums im Jahre 1991 hat sich das Museum bewährt, hat Besucher angelockt, hat einen guten Ruf bei Sammlern bekommen und florierte auch durch viele Publikationen, die sowohl Aspekte als auch Objekte der Sammlung betrafen (vgl. Näheres in Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben e.V. (Hrsg.) (1996): 150 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben 1846-1996).

Einen Eindruck von den einzelnen Aktivitäten soll der Artikel der Autoren GREGOR & RUMMEL am Schluss des Heftes zeigen – hier werden die Gegebenheiten im Besonderen aufgelistet und wichtige Literatur, Beiträge und Objekte im Naturmuseum besprochen, aber vor allem wird die langjährige Zusammenarbeit mit Michael Achtelig gewürdigt.

Ich möchte mit diesem Band der Documenta naturae meinen ganz persönlichen Dank für jahrelange gute wissenschaftliche und vertrauensvolle Zusammenarbeit mit dem Kollegen ausdrücken. Auch wenn wir sehr verschiedene Charaktere waren, das Ziel war immer das Museum, und das existiert weiter als Schöpfung von Michael Achtelig und wird für mich als freier Mitarbeiter am Museum immer "sein Museum" bleiben.

Literatur

- GREGOR, H.-J. & RUMMEL, M. (2014): Das Naturmuseum Augsburg ein Höhepunkt der naturkundlichen Ausstellungskunst, der Wissenschaft und der Bewahrung von Naturgütern eine Hommage an eine Institution und ihre Sammlungen, ihre Mitarbeiter und Sponsoren.- Documenta naturae, 1961: 59-69, 1 Abb., München
- NATURWISSENSCHAFTLICHER VEREIN FÜR SCHWABEN E.V. (Hrsg.)(1996): 150 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben 1846-1996.- 159 S., div. z.T. farb. Abb., Nat.-wiss. V. Schwaben, Augsburg
- PFEUFFER, E. (2003): Dank an Dr. habil. Michael Achtelig.- Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben e.V., 107: 116, Augsburg
- PFEUFFER, E. (2009): Dr. habil. Michael Achtelig †.- Ber. Naturwiss. V. Schwaben, 113: 108, Augsburg

Molassoterrindusia heyngii nov.
gen. et sp. - Erstnachweis
mittelmiozäner Köcherfliegen
(Trichoptera) aus der Oberen
Süßwassermolasse von
Pfaffenzell (Lkr. Augsburg,
Schwaben)

R. JÄCKEL & H.-J. GREGOR

Anschriften der Verfasser:

Dr. Regina Jäckel, Naturmuseum Augsburg, Im Thäle 3, 86152 Augsburg;

E-Mail: Regina.Jaeckel@augsburg.de

Dr. Hans-Joachim Gregor, Palaeo-Bavarian-Geological-Survey, Daxerstr. 21, 82140 Olching;

E-Mail: h.-j.gregor@t-online.de

Zusammenfassung

Aus der ehemaligen Kiesgrube Pfaffenzell II werden Reste von Köcherfliegen (Trichoptera) unter der neuen Art *Molassoterrindusia heyngii* nov. gen. et sp. mitgeteilt. Das Alter der Ablagerung aus der Oberen Süßwassermolasse ist als Mittel-Miozän anzusehen (Phytozone OSM-3).

Schlüsselworte: Trichoptera, Köcher, Miozän, Pfaffenzell, Obere Süßwassermolasse

Summary

Remains of caddisfly larval cases (Trichoptera) from the former sand pit Pfaffenzell II are described as new species *Molassoterrindusia heyngii* nov. gen. et sp. The deposit of the Upper Freshwater Molasse originated in the Middle Miocene (phytozone OSM-3).

Key words: Trichoptera, caddisfly larval case, Miocene, Pfaffenzell, Upper Freshwater Molasse

Inhalt	Seite
1 Einleitung und Danksagung	2
2 Rezente Köcherfliegen	2
2.1 Allgemeines	2
2.2 Larven	3
2.3 Köcher	4
2.4 Fossile Nachweise	5
2.5 Systematik fossiler Köcher	6
3 Nachweis von Köcherfliegen in der Molasse	6
3.1 Molassoterrindusia heyngii nov. gen. et sp.	6
3.2 Rezente Vergleichsformen	8
3.3 Die Fundstelle Pfaffenzell – Geologie, Alter und Paläoambiente	9
4 Ergebnisse und Diskussion	14
Literaturverzeichnis	16
Tafeln	22

1 Einleitung und Danksagung

Bei der Bearbeitung der Flora von Pfaffenzell II fanden sich einige fossile Reste, die bisher von keiner Ablagerung der Oberen Süßwassermolasse in Süddeutschland beschrieben wurden – köcherartige Gebilde mit kleinen Steinchen besetzt (vgl. HEER 1847-1853). Herr HEYNG, der diese Funde in den bituminösen Mergeln der Grube fand, gebührt unser Dank für die Bereitstellung der Reste für diese Untersuchung sowie die Übergabe an das Naturmuseum in Augsburg.

2 Rezente Köcherfliegen

2.1 Allgemeines

Die holometabolen Köcherfliegen oder Trichoptera KIRBY 1813 stellen die größte primär im Wasser lebende Insektenordnung: Ihre Larven sind - bis auf wenige Ausnahmen - in allen Stadien aquatisch. Zahlreiche Merkmale sowie die Ergebnisse molekulargenetischer Untersuchungen (z.B. WIEGMANN et al. 2009, BEUTEL et al. 2010, ISHIWATA et al. 2011) weisen die Trichoptera als

Schwestergruppe der Schmetterlinge (Lepidoptera) aus; die Ordnungen Lepidoptera und Trichoptera werden unter der Bezeichnung Amphiesmenoptera zusammengefasst.

Derzeit sind weltweit etwa 14.500 rezente Köcherfliegenarten beschrieben; diese werden 616 Gattungen in 49 Familien zugeordnet (gültige Taxa 2014: Trichoptera World Checklist, http://www.clemson.edu/cafls/departments/esps/database/trichopt/index.htm; MORSE 2011). Köcherfliegen sind aus allen Erdteilen außer Antarctica bekannt. Die Trichoptera World Checklist listet darüber hinaus fossile Köcherfliegen aus 12 Familien mit 685 Arten in 125 Gattungen auf.

2.2 Larven

Die Larven der Köcherfliegen gehören zu den wichtigsten und artenreichsten Organismen des Makrozoobenthos (STURM 2013). Sie stellen in Bächen in der Regel zusammen mit oder knapp nach den Diptera die individuen- und artenreichsten Besiedler und sind entsprechend gut an das Leben im Wasser angepasst. Selbst die Verpuppung erfolgt im Wasser innerhalb des Köchers oder eines speziellen Puppengehäuses, dessen Öffnungen mittels seidener, gesponnener Siebplatten wasserdurchlässig verschlossen werden. Die Larven einiger rezenter Arten allerdings leben zeitweise oder stets terrestrisch, etwa die mitteleuropäische Gattung *Enoicyla*.

Da alle Trichopterenlarven mittels Kiemen atmen, können sie nur in Gewässern mit einem ausreichenden Sauerstoffgehalt leben (PONOMARENKO et al. 2009). Die Larven vieler Arten leben in fließenden Gewässern (MALICKY 1980). Eine Reihe von Arten kommt ausschließlich oder vorzugsweise in stehenden Gewässern vor; wenige Arten bewohnen temporäre Gewässer, sowohl fließende als auch stehende (SOLEM & BIRKS 2000). Dabei sind die einzelnen Arten meist auf bestimmte Gewässerabschnitte spezialisiert (MALICKY 1980).

Die Nahrung der Larven ist - je nach Familie und Art - vielfältig. Es gibt unter ihnen Räuber, Aas-, Kot- und Pflanzenfresser sowie Bakterien-, Algen- und Detritusfresser, Weidegänger und Filtrierer.

Während der wissenschaftliche Name der Ordnung auf die Behaarung der Flügel der Imagines Bezug nimmt, ist die Bezeichnung "Köcherfliegen" (im Englischen: caddisfly) auf die charakteristischen Bauwerke der Larvenstadien zurückzuführen. Die Larven der Köcherfliegen sind allgemein bekannt für ihre tragbaren Köcher, die sie mit Hilfe von Spinnseide und oftmals unterschiedlichsten Fremdkörpern herstellen. Der Köcher ist eine Schutzeinrichtung, in die sich die Larve bei Gefahr ganz zurückzieht. Allerdings stellen nicht alle Köcherfliegenlarven Köcher her; die Larven einiger Familien fertigen Wohnröhren aus Spinnsekret oder Netze zum Filtrieren des Wassers und somit zum Nahrungserwerb; wieder andere sind freilebend.

So lassen sich die Köcherfliegenlarven in Bezug auf ihre Lebensweise und die Verwendung von Seide in drei Kategorien unterteilen (WILLIAMS 1989). Zum Einen gibt es Arten mit freilebenden Larven; diese verwenden Seidenfäden, um ihre Position im Wasser zu wahren. Hier finden sich die ursprünglichen, räuberisch lebenden Formen (Familie Rhyacophilidae). Zur zweiten Kategorie gehören diejenigen Larven, die aus Seide Netze zum Nahrungserwerb spinnen. Die dritte Kategorie schließlich stellen die köcherbauenden Larven, deren Gestalt an Schmetterlingsraupen erinnert; jedoch haben sie niemals Scheinfüßchen am Hinterleib. Sie konstruieren die tragbaren Köcher aus Seide, Pflanzenmaterial und/oder mineralischen Partikeln, wobei die Grundlage aller Köcher eine an beiden Enden offene Seidenröhre ist. Auf dieser Röhre werden fast immer Fremdkörper wie Blatt- oder Holzstückchen, Sandkörner und dergleichen befestigt. Pflanzliche Materialien werden in

vielen Fällen zunächst auf die passende Größe gebracht, bevor sie mit Spinnfäden zu einem Köcher verklebt werden.

Viele Arten kombinieren beim Köcherbau pflanzliche und mineralische Materialien. Da die Larven immer das Baumateriel verwenden, welches sie in der Umgebung finden, das Baumaterial also immer aus dem Lebensraum der Larven stammt, kann ein Materialwechsel auch auf einen Habitatwechsel hinweisen (LEHMANN 1972).

Die Verwendung von Spinnseide ist allen Köcherfliegenfamilien gemein. Die Larven verfügen über zwei ausgedehnte, aus Speicheldrüsen hervorgegangene Spinndrüsen. Diese münden gemeinsam auf dem Labium. Das aus diesen Labialdrüsen austretende Sekret liefert das Grundmaterial für den Köcher sowie für den Puppenkokon. Es entspricht der Kokonseide der Schmetterlinge.

Die Verwendung der Seide für verschiedene Zwecke führte zur Herausbildung einer großen Vielfalt morphologischer Adaptationen, die den Larven ein Überleben in vielen sehr unterschiedlichen Ökosystemen ermöglichen (WIGGINS 1977, 1996, 2004). Diese Diversifizierung ist der Grund für die herausragende Bedeutung der Köcherfliegen in der Limnologie (WIGGINS 1996) sowie für ihr Potential in der Paläolimnologie (SOLEM & BIRKS 2000).

2.3 Köcher

Die Form der Köcher ist je nach Art oder Familie sehr unterschiedlich. Die Larven bauen entweder asymmetrische oder bilateralsymmetrische Köcher, die an Schildkrötenpanzer erinnern, oder aber röhrenförmige Köcher (WIGGINS 1996), wobei letztgenannte sicherlich die bekannteste Form repräsentiert.

Form, Baumaterial und Bauweise können manchmal zur Bestimmung der Familie oder sogar der Gattung herangezogen werden (FREY 1964). Allerdings ist das Bauverhalten, also die Verwendung von Baumaterialien sowie Aufbau und Struktur der Köcher, bei verschiedenen Familien mehrfach konvergent entstanden (IVANOV 2006, PONOMARENKO et al. 2009). Dies hat zur Folge, dass mitunter die Larven ein und derselben Familie ganz unterschiedlich aussehende Köcher und umgekehrt Arten unterschiedlicher Familien sehr ähnliche Köcher herstellen. Zudem unterscheiden sich bei einigen Arten die Köcher älterer Larven deutlich von denen jüngerer Larvenstadien (WESENBERG-LUND 1943, LEPNEVA 1966). So bauen fast alle Junglarven der Familie Lepidostomatidae Köcher mit rundem Querschnitt aus mineralischen Partikeln, während dieselben Individuen später vierkantige Köcher aus pflanzlichem Material herstellen (WARINGER & GRAF 1997). Die Köcher ein und derselben Art haben zudem an verschiedenen Lokalitäten oft ein verschiedenartiges Aussehen, wenn die Larven immer dasjenige Baumaterial verwenden, welches gerade in ausreichender Menge zur Verfügung steht (WESENBERG-LUND 1943). Die Arten der Familie Limnephilidae etwa bauen ihre Köcher aus sehr unterschiedlichen Materialien pflanzlicher und mineralischer Art, aber beispielsweise auch aus Schneckenschalen.

Auch in Abhängigkeit vom jeweiligen Habitat einer Art treten Unterschiede in der Bauweise der Köcher auf. Die Trichopterenlarven der Brandungsufer und der fließenden Gewässer etwa fertigen meist Köcher aus Sandkörnern oder Steinchen, während Zweige und Blätter nur selten verwendet werden. Folglich sind diese Köcher relativ schwer und werden weniger leicht mit der Strömung verdriftet.

Die Trichopterenlarven stehender Gewässer dagegen verwenden eine Vielzahl unterschiedlicher Baumaterialien, etwa Holz-, Schilf- und Grasstücke, Steine und Schneckenschalen. Manche Arten verwenden Stückchen von Schwimmblättern oder Stengelstücke bestimmter Wasserpflanzen. Die Materialverwendung kann selbst innerhalb einer Art stark variieren, wie zum Beispiel bei Limnophilus flavicornis (WESENBERG-LUND 1943).

Dennoch kann in manchen Fällen die Form des Köchers für eine Familie oder eine Art charakteristisch sein. Dabei spielen sowohl die Form des Köchers als auch die verwendeten Baumaterialien eine Rolle. Gattungstypische Köcher findet man bei den Hydroptilidae. Die Leptoceridae und Beraeidae bauen typische, schlanke, oftmals gekrümmte Köcher aus Sand oder Pflanzenmaterial (WARINGER & GRAF 1997). Sand wird zum Beispiel auch von den Odontoceridae, Molannidae und Sericostomatidae verwendet.

Die meisten Larven verbringen ihr gesamtes Leben in ein und demselben Köcher. Wächst die Larve, erweitert sie den Köcher am Vorderende. Folglich ist der hintere Teil des Köchers der älteste Bereich. Löst sich das Hinterende im Laufe der Zeit ab, wird die Röhre zylindrisch. Dies ist bei den meisten Arten der Fall (WESENBERG-LUND 1943). Bleibt der hintere Abschnitt der Röhre hingegen erhalten, so wird sie im Laufe der Entwicklung der Larve konisch. Beide Merkmale sind morphologische Kriterien zur taxonomiscehn Bestimmung.

2.4 Fossile Nachweise

Der Ursprung der Trichoptera geht auf das frühe Mesozoikum zurück (MORSE 1997, IVANOV 2002, WIGGINS 2004). Die basale phylogenetische Differenzierung datiert auf den mittleren Jura und die frühe Kreide (GRIMALDI & ENGEL 2005, IVANOV 2002, IVANOV & SUKATCHEVA 2002, KRISTENSEN 1997, DE MOOR & IVANOV 2008). Zählt man die fossilen Vertreter der Unterordnung Protomeropina zur direkten Linie der Trichoptera, so findet sich der Ursprung der Köcherfliegen im Perm (MORSE 1997, IVANOV & SUKATSHEVA 2002).

Fossile Überreste von Köcherfliegen sind weltweit verbreitet. Imagines kennt man als Einschlüsse in Bernstein und in Form von Abdrücken in Gestein. Allerdings ist eine Zuordnung der fossilen Überreste zu rezenten Familien nur bedingt möglich (SUKATSHEVA 1982, 1990). In limnischem Sedimenten sind fossile Überreste von Köcherfliegen selten, da sie aufgrund ihrer Flügel nach ihrem Tod nur langsam absinken und daher rasch zersetzt werden (MARTÍNEZ-DELCLÒS & MARTINELL 1993). Auch fossile Trichopterenlarven finden sich, anders als andere aquatische Insekten, nur selten. Abgesehen von den chitinösen Skleriten einzelner Körpersegmente ihres Exoskeletts, in erster Linie von Kopf und Thorax, hinterlassen sie kaum Überreste, die fossil erhaltungsfähig sind (WILLIAMS 1988, 1989, WIBERG-LARSEN et al. 2001).

Die Köcher der Larven hingegen sind in limnischen Ablagerungen von Jura und Kreide verbreitet und häufig (PONOMARENKO et al. 2009, ZHERIKHIN 2003). Erhalten geblieben sind auch die Siebplatten, die den Puppenköcher verschließen (BENNIKE & WIBERG-LARSEN 2002) und deren unterschiedliche Bauarten als Bestimmungsmerkmal für die Arten herangezogen werden können (WESENBERG-LUND 1943).

Die köcherbauenden Trichopteren stellen 37 Familien innerhalb der fossilen Unterordnung Phryganeina SUKATSHEVA 1968 (PONOMARENKO et al. 2009). Nach den ältesten gefundenen fossilen Köchern und Larven zu urteilen, evolvierte das Köcherbauverhalten dabei offenbar erst in

der zweiten Hälfte des Jura (PONOMARENKO et al. 2009, IVANOV & SUKATSHEVA 2002). In der Kreidezeit nimmt die Diversität und Verbreitung der fossilen Überreste, insbesondere die der Köcher, stark zu. Alle rezenten Bauarten lassen sich bereits nachweisen; der Großteil der modernen Familien existierte folglich bereits zu Beginn des Paläogen (ULMER 1912, SUKATSHEVA 1982, IVANOV & SUKATSHEVA 2002). Fossilien von Köcherfliegenlarven des Quartär sind verbreitet, und ihre Ansammlungen lassen Rückschlüsse auf die Habitate und das Klima der damaligen Zeit zu (WILLIAMS & MORGAN 1977, WILLIAMS et al. 1981, WILKINSON 1981, 1984, 1987, WILLIAMS 1987).

2.5 Systematik fossiler Köcher

Da fossile Trichopterenköcher Spurenfossilien sind (ZHERIKHIN 2003), die nicht zweifelsfrei einer bekannten Gattung oder Familie zugeordnet werden können, wird ein künstliches System angewendet, welches darauf beruht, die Köcher anhand des verwendeten Baumaterials zu klassifizieren (VIALOV & SUKATSHEVA 1976, SUKATSHEVA 1982, PONOMARENKO et al. 2009). Dieses beruht auf der Verwendung sogenannter Indusitaxa beziehungsweise Indusigenera. So werden beispielsweise Köcher, die aus Sandkörnchen oder anderen mineralischen Partikeln gebaut sind, zum Ichnotaxon Terrindusia gezählt, während eine Reihe von aus pflanzlichen Materialien bestehenden Köchern der Gattung Folindusia zugeordnet werden. Es werden jeweils, je nach verwendetem Material und Form des Köchers, weitere Gattungen und Untergattungen unterschieden (SUKATSHEVA 1982). Chaotisch angeordnete Terrindusia-Köcher werden zur Untergattung Mixtindusia gezählt. Dieses parataxonomische System repräsentiert folglich eher einen Evolutionstrend und folgt nicht der tatsächlichen Klassifikation der Köcherfliegen beziehungsweise deren Larven (IVANOV 2006). Es existiert also ein natürliches taxonomisches System für die Larven und für die Imagines sowie ein künstliches System zur Klassifizierung der Köcher, nach welchem mehr als 200 Ichnotaxa beschrieben wurden (VIALOV & SUKATSHEVA 1976, SUKATSHEVA 1982, 1985, 1989, 1991, 1992, 1994, 2005).

3 Nachweis von Köcherfliegen in der Molasse 3.1 *Molassoterrindusia heyngii* nov. gen. et sp.

Taf. 1, Fig. 1-6, Taf. 2, Fig. 1-2

Molassoterrindusia nov. gen.

Diagnose: fossiler Köcher einer Trichoptere ohne organisches Material

Diagnosis: fossil caddisfly larval case (Insecta, order Trichoptera) without organic matter

Molassoterrindusia heyngii nov. gen. et sp.

Diagnose: fossiler Köcher 5,0 mm lang, vorne 1,0 mm und hinten 0,4 mm breit, leicht gebogen (stoßzahnähnlich), mit sehr kleinen, gut sortierten Sandkörnern besetzt

Diagnosis: fossil larval case, 5.0 mm long, and 1.0 mm (front) to 0.4 mm (rear) wide, slightly curved, beset with small sand grain

Holotypus: NMA 2014-1356/2188 **Holotype:** NMA 2014-1356/2188

Paratypus: NMA 2014-1357/2188 bis 1363/2188 **Paratype:** NMA 2014-1357/2188 to 1363/2188

Locus typicus: ehemalige Sandgrube Pfaffenzell II (Pfaffenzell-Weiler) bei Affing (LKr. Augsburg)

Type locality: former sand pit Pfaffenzell II (Pfaffenzell-Weiler) near Affing (district of Augsburg).

Stratum typicum: siltig-bituminöse, graue, tonige Mergel der Oberen Süßwassermolasse, Mittel-Miozän, Phytozone OSM-3b2, PZK 3a

Type stratum: silty-bituminous, gray, carbonaceous marly clay from the Upper Freshwater Molasse, Middle Miocene, phytozone OSM-3b2, PZK 3a

Derivatio nominis: benannt nach dem Finder Dipl.-Geol. Alexander Heyng Given Name: named after the finder Dipl.-Geol. Alexander Heyng

Aufbewahrung: im Naturmuseum Augsburg, Im Thäle 3, 86152 Augsburg Deposition: in the Nature Museum Augsburg, Im Thäle 3, 86152 Augsburg

Beschreibung:

Köcher 5,0 mm lang, am Vorderende 1,0 mm und am Hinterende 0,4 mm breit. Der Köcher verjüngt sich gleichmäßig und ist leicht gebogen. Der Köcher ist aus feinen, homogenen Sandkörnern zusammengesetzt (ca 0,04 bis 0,08 mm im Durchmesser). Die Sandkörnehen haben eine gelbliche bis bräunliche Farbe, einige sind weißlich. Das hintere Ende läuft nicht gleichmäßig zu, sondern weist eine Bruchkante auf (vgl. Tafel 2, Fig. 1).

In das Material des ehemaligen Gewässergrundes eingeschlossen ist außerdem Pflanzenmaterial in Form diverser Bruchstücke von Blättern; bei diesen ist zum Teil nur die Blattnervatur erhalten. Überreste tierischer Organismen sind ebenfalls zu erkennen. Es finden sich kleine Muscheln sowie bräunliche Schuppen von Fischen mit deutlich erkennbaren Jahresringen.

Sämtliche untersuchte Köcher ähneln sich stark in der Bauweise. Die sehr kleinen Köcher weisen eine Länge von maximal 5,0 mm Länge auf. Sie sind zum Teil mit bloßem Auge kaum als solche zu erkennen. Überreste der Larven sind bei keinem der Fundstücke vorhanden. Alle Köcher bestehen aus dem gleichen Baumaterial, organisches Material kann nicht festgestellt werden.

Die Köcher sind entweder am Hinterende spitz zulaufend und relativ lang und dünn oder kürzer und am Hinterende stumpf, wahrscheinlich abgebrochen, entweder zu Lebzeiten der Larve oder nach ihrem Tod.

Fossile Köcher, die aus anorganischem Material gebaut sind, werden dem Ichnogenus *Terrindusia* VIALOV 1973 zugerechnet (z.B. UCHMAN et al. 2008). Da bei den vorliegenden Fossilien kein organisches Material vorliegt (vgl. Taf. 1, Taf. 2), wird eine neue Gattung aufgestellt-*Molassoterrindusia*.

3.2 Rezente Vergleichsformen

Die Problematik des Rezentvergleichs liegt vor allem in den klimatisch-ökologischen Bedingungen des Jungtertiärs in Süddeutschland, in diesem Falle der Oberen Süßwassermolasse. Da ein subtropisches Cfa-Klima und ein mississippigroßes Flußsystem mit allen Typen von Oxbow lakes, Sümpfen, Altwässern, Prielen oder Verlandungszonen vorliegt, mit jahreszeitlich bedingten riesigen Überflutungen und vielleicht auch Trockenfallen von Flußteilen, sind viele Taxa aus heutigen Vergleichsgebieten im Südosten der Vereinigten Staaten und SE-Asiens (China, Japan, usw.) zu erwarten. Aufgrund dieser Problematik muss man mit wenigen Vergleichen zufrieden sein, wie es auch bei der neogenen Schildlaus *Molassodina friedei* aus Burtenbach (vgl. GREGOR 2006) der Fall war.

Die fossilen Köcher ähneln in Form und Material denen einiger rezenter Köcherfliegenarten aus mehreren Familien. Die im Folgenden genannten rezenten Arten verwenden jedoch zumeist gröberes Baumaterial oder kombinieren sehr feines Material (Sandkörner) mit größeren Steinchen. Der Vergleich der fossilen mit rezenten Köchern erfolgt hier mit solchen rezenten Arten, welche ausschließlich anorganisches Material verwenden (d.h. Sandkörner). Die Zusammenstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

In der Familie Limnephilidae finden sich mehrere rezente Arten, deren Köcher den vorliegenden Fossilien mehr oder weniger ähnlich sind. Bezüglich der Köcherform vergleichbar ist die südamerikanische Art Metacosmoecus nigrofasciatus SCHMID, 1955. Ihr im Querschnitt runder, aus mineralischem Material gebauter Köcher ist leicht gebogen und läuft nach hinten schmaler zu (FLINT 1982). Das Hinterende ist stumpf. Diese Art verwendet zum Köcherbau jedoch neben feinen Sandkörnern auch einige gröbere Partikel, wodurch sie sich von den vorliegenden fossilen Köchern unterscheiden.

Die Arten der in Nord- und Mittelamerika vorkommenden Gattung Hesperophylax bauen ihren Köcher aus Sandkörnern und kleinen Steinchen, gelegentlich sind jedoch auch kleine Holzstückchen enthalten. Insbesondere im vorderen, jüngeren Abschnitt wird auch gröberes Material verbaut. Die Form des Köchers entspricht der bei Metacosmoecus nigrofasciatus beschriebenen Bauweise.

Einige der in Europa und Nordasien vorkommenden Arten der Gattung *Drusus* STEPHENS, 1837 stellen einen Köcher dieser Form her. So sind etwa die Köcher der Arten *Drusus vinconi* SIPAHILER, 1992, *D. improvisus* McLACHLAN, 1884, *D. camerinus* MORETTI, 1981, *D. aprutiensis* MORETTI, 1981 und *D. muelleri* McLACHLAN, 1868 konisch und leicht gebogen, wobei das Baumaterial ausschließlich aus mineralischen Partikeln gemischter Größe besteht. Die Größe der Partikel nimmt auch hier zum Vorderende hin zu (WARINGER et al. 2013, GRAF et al. 2005, WARINGER et al. 2008).

Als letzter Vertreter der Limnephilidae ist die in Europa und Nordasien vorkommende Art Enoicyla pusilla zu nennen. Ihre Larven fertigen ebenfalls leicht gebogene, zum Hinterende sich verjüngende Köcher aus Sandkörnern. Die auffallende Ähnlichkeit des Köchers geht jedoch einher mit einem wesentlichen Unterschied: Die Larven von Enoicyla pusilla leben terrestrisch und sind als Streubewohner am Waldboden Zersetzer von pflanzlichem Material.

Dass es sich bei den vorliegenden Fossilien um diese Art handelt, ist auszuschließen, da die Larven

der vorliegenden Form zweifellos eine aquatische Lebensweise hatten. Dies lässt sich anhand der eingeschlossenen Muscheln und Fischschuppen und anderer aquatiler Lebewesen folgern.

Feine Sandkörner werden auch von Arten anderer Familien zum Köcherbau verwendet. Zu nennen ist die Gattung Sericostoma (Familie Sericostomatidae) mit der Art Sericostoma personatum, deren Larve im Uferbereich rasch fließender Gewässer lebt. Ihr bis zu 20 mm langer Köcher ist dünnwandig und glatt, gekrümmt und verjüngt sich nach hinten, läuft jedoch nicht spitz aus.

Ähnlich, aber kräftiger gebaut und mit einem größeren Durchmesser sind die Köcher der Odontoceridae. Arten dieser Familie sind unter anderem in Nordamerika, Asien, Australien und Südamerika verbreitet; die Gattung *Odontocerum* kommt in Europa vor. *Odontocerum albicorne* SCOPOLI, 1763 ist die einzige europäische Art der Familie Odontoceridae (JENSEN 2007). Die Larven der Odontoceridae leben in Quellen und kleinen bis mittleren fließenden Gewässern, manche assoziiert mit Wasserfällen. Die Köcher bestehen aus Sandkörnern oder gröberem mineralischem Material (HOLZENTHAL et al. 2007).

Auch in der Familie der Uenoidae gibt es Arten, deren Larven Köcher aus feinem mineralischen Material herstellen, etwadie Nordamerikanischen Gattungen Farula und Oligophlebodes sowie die ebenfalls in Nordamerika vorkommende Art Neothremma alicia. Während Oligophlebodes jedoch vergleichsweise grobes Material verwendet, bauen die Larven von Farula und die ähnliche Neothremma alicia sehr lange, schmale, stoßzahnähnliche Köcher mit spitz zulaufendem Hinterende. Sie kommen in rasch strömenden Gewässern vor (DODDS & HISAW 1925).

Große Ähnlichkeit besteht mit Köchern mindestens einer Art der paläarktischen Gattung Lepidostoma aus der Familie Lepidostomatidae. Eine ähnliche Bauweise findet sich etwa bei der Art Lepidostoma togatum. Allerdings ist diese Ähnlichkeit beschränkt auf die frühen Larvenstadien, welche zum Köcherbau Sandkörner verwenden, dabei jedoch auch einige gröbere Partikel einbauen. Ältere Larven setzen organisches Material (Pflanzenmaterial) wie etwa rechteckige Blattstücke vorn an den Köcher an, wechseln also das Baumaterial, und ändern auch die Bauweise, indem sie von einem runden Querschnitt zu einem vierkantigen Köcher übergehen.

3.3 Die Fundstelle Pfaffenzell – Geologie, Alter und Paläoambiente

Der Aufschluß "Pfaffenzell" besteht aus zwei nahe beieinanderliegenden Gruben, einer Kies-, Sand- und Kiesgrube (I) und einer Kiesgrube (II) mit deutlichen Mergellagen, die zum Teil bituminös-grau ausgebildet sind.

Es werden immer beide Gruben im Vergleich genannt, da sie räumlich nahe beieinander liegen, sich aber in Fazies und Floreninhalt unterscheiden. In Grube I fanden sich grünliche Mergel mit Blattfossilien, in Grube II bituminöse dunkle Mergel (z.T. siltig-tonig) mit Fruktifikationen, beidemale unter- und überlagert von Kiesen und Sanden. Eine kleine Zeitlücke ist sicher zu postulieren.

Nur in Aufschluß II fanden sich in grauen, siltig-kohlig-schluffigen Mergeltonen die vorliegenden Fossilien. Bekannt wurde die Grube bereits durch HEYNG & GREGOR (2011), die sowohl die Profile, als auch eine Rekonstruktion des Biotops vorgelegt haben.

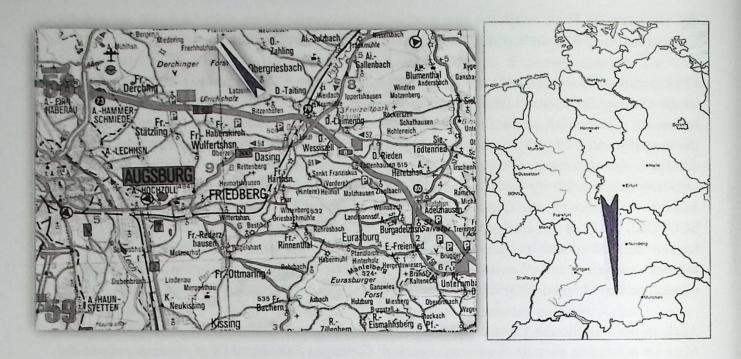
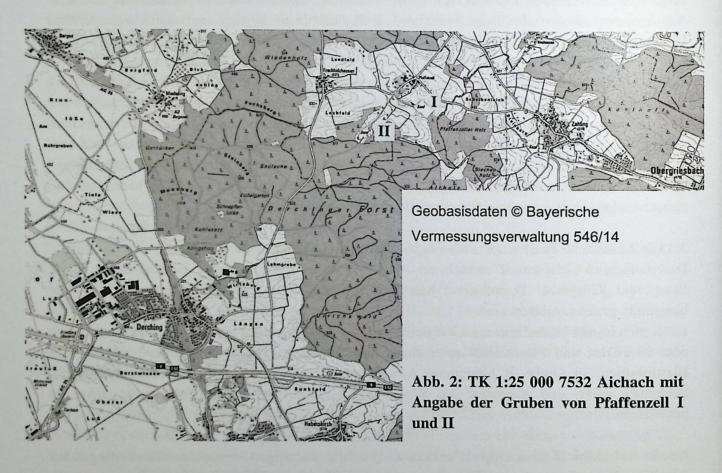


Abb. 1: Lage der beiden Gruben Pfaffenzell nahe Augsburg und in S-Deutschland (Pfeile)



Die Ablagerungen sind auf zu einen fluviatil-limnischen Zyklus des sogenannten Molassissippi zurückzuführen (vgl. GREGOR 2011: 116), in dem sich stehende Gewässer (oxbow-lakes) vom Stadium eines eutrophen Gewässers (bituminöse Mergel) zu einem oligotrophen Stadium

(blaugraue Mergel, laminierte Mergel) veränderten. Eingeschaltet sind Paläoböden und floodplain-Ablagerungen.

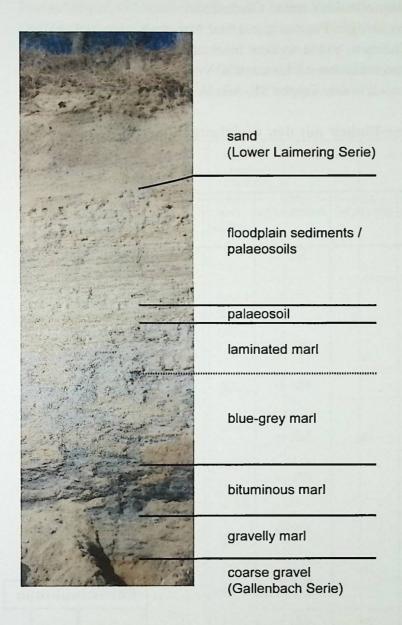


Abb. 3: Profil der Grube Pfaffenzell II mit Angabe der Fundschicht der Köcherfliegen, dem "bituminous marl"

Die Basis der benannten Abfolge bilden Kiese der Gallenbach-Serie (Fossilinhalt vgl. GREGOR & SCHMID 1983), die hangenden Lagen entsprechen der Unteren Laimeringer Serie. In Grube I fanden sich eine reiche Blätterflora sowie Kieselhölzer, in Grube II verschiedenartige Sedimente (vgl. zu allem BÖHME 2002, SCHMID & GREGOR 1985: 72, WEBENAU 1995: 103-109, GREGOR et al. 1989).

Die bituminösen Mergel der Abfolge (Grube II) beinhalteten Früchte, Samen und Blätter einer Flora, die sich aus diversen Biotopen zusammensetzte: Wasser-Fazies, Ried-Zone, Auwald – letztere speziell aus südost-amerikanischen Gebieten bekannt.

Im Einzelnen sind zu nennen (vgl. HEYNG & GREGOR 2011 und SCHMID & GREGOR 1985):

Offene Wasserflächen mit Wassernuss, Seerose, Teichmummel, Laichkraut, Armleuchter-Algen u.a. Ried- und Röhricht: Schneide, Farne, Ingwer.

Auwald: Ahorn, Amberbaum, Fagaceen, Magnolienverwandte, Gleditschie.

Auch die damalige Tierwelt läßt sich in den wenigen Funden darstellen: Muschelkrebse, Schnecken und Muscheln, Fisch- und Schildkröten-Knochen, sowie weitere Insektenreste. Die Schleie deutet schlammtrübe Bedingungen an. Die weiteren Fischreste lassen das Vorkommen des exotischen Schlangenkopffisches beweisen, der heute noch in den Tropen SE-Asiens und Afrikas lebt.

Tabelle 1: Übersicht zur Oberen Molasse-Einheit mit den wichtigsten Floren-, Faunen- und Lithozonen

Radiom.	Formation	Stufe	Phytozone	KZK	PZK	MN-	Serie	Molasse-	
Alter in Mio.			(GREGOR)	(GREGOR)	(WEBENAU)	Zone (MEIN)	(Dehm)	Gliederung	
Jahren								Name of the last	
5		Pont	OSM 5	5		10	(jüngste)		
	Ober- Miozān					9			
12		Pannon	OSM 4	4	PZK 4s		jüngere		
12					PZK 4a	7/8			
		Sarmat	OSM 3b2	3b2	PZK 3b				
					PZK 3a	7/8		Pfaffenze	ell II
							mittlere	Molasse	
					PZK 2b	7/8		D6-66	u T
	Mittel-		OSM 361	3b1				Pfaffenz	ell 1
	Miozän	Baden			PZK 2a	6		Entrisch	enbrunn
			OSM 3a	3a	PZK 1				
						6	ältere		
			OSM 2	2					
-17						5			
	Unter-	Karpat	OSM 1	1				Brack- wasser	
-18	Miozan							Molasse	
-20		Ottnang	OMM			4b 4a 3		Obere Meeres- Molasse	

Insgesamt haben wir eindeutig ein Biotop vor uns, das ein riesiges Überflutungsgebiet darstellt, mit energiereichen Kiesen und Sanden und dazwischen stille Gewässer, Tümpel und Teiche in Flußschlingen mit ärmlicher Tierwelt in der Schlammtrübe.

Die Zusammensetzung der Flora II ergibt ein OSM-Alter, das der Zeiteinheit Sarmatium entspricht.

Tabelle 2: Übersicht der Oberen Süßwassermolasse mit speziellen Florenbereichen und Fundstellen – Pfaffenzell II als "X" eingezeichnet.

Alter in Mio Jahren	Fundort	Biattfloren- komplex (GREGOR)	Formation	Stufe	Floren- komplex (KNOBLOCH)	KZK (GREGOR)	PZK (WEBENAU)
5	Aubenham	fgilm	N Ober-	Pontium	Jüngerer	5	
12	Achidorf Massenhausen	defgim defgm		Pannonium		4	PZK 4b
and an experience of the second	Hilooldsberg	fgilmp	×				PZK 4a
X	Unterwohlbach	aghmp		Sarmatium		3b ₂	PZK 3b
23	Schrotzburg Obores Lager	abehim	N		Inter- mediärer		PZK 3a
	Schrotzburg Untres Lagor Pfaffenzell I Gallenbach Unterneui	abghlpq ahimlp aehilmp almp	Mitte				PZK 2b
	Entrischenbrunn	aehilmpr	0		Älterer	3b ₁	PZK 2a
	Burtenbach Heggbach	afhilmnop abhim		Badenium		3a	PZK 1
						2	
— 17	Goldern	ahlmpx	M Unter-	Karpatium		1	
18 20			5	Ottnangium			

Die jüngere Flora aus Pfaffenzell II ist in Phytozone OSM-3b2 zu stellen, in PZK 3b (WEBENAU 1995: Tab. 9, GREGOR 2011: Tab. 2), in das Mittel-Miozän bzw. das Sarmat.

Im Gegensatz dazu zeigte die Blattflora von Pfaffenzell I in grünen Mergeln eine Ulmus-

Daphnogene-Platanus-Flora (Ulme-Zimt-Platane), die eine typische Flora des Mittel-Miozän ist (Baden-Sarmat, PZK 2b), also etwas jünger als die Flora von Entrischenbrunn (PZK-2a, vgl. SCHMITT & BUTZMANN 1997), aber älter als die von Pfaffenzell II (vgl. dazu auch HANTKE 1954, HEER 1856, 1859).

Das Klima läßt sich als typisches jungtertiäres Cfa-Klima sensu KÖPPEN, als Virginia-Klima, deuten, wie es seit langer Zeit bekannt ist (GREGOR 1982).

Als Eckdaten können sowohl für Pfaffenzell I als auch II gelten: Jährliches Temperaturmittel von etwa 14-16°C und ein Niederschlagsmittel pro Jahr von ca. 1 500 oder mehr mm (vgl. dazu GREGOR 1980, 1982, Kritik in 2007).

Die Tab. 1 zeigt die stratigraphischen Verhältnisse der Oberen Süßwassermolasse mit Florenkomplexen, MN-Zonierung usw. sowie der Korrelation der Flora von Pfaffenzell II (incl. weiterer wichtiger Vergleichsdaten) in der Tabelle.

In der nächsten Tab. 2 wird die Fundstelle Pfaffenzell II speziell in die Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse eingefügt.

4 Ergebnisse und Diskussion

Die Verwendung von Sandkörnern als Baumaterial für Köcher ist bei den Larven rezenter Arten unterschiedlicher Köcherfliegenfamilien sehr verbreitet. Auch die bei den fossilen Köchern vorliegende Form der Köcher - schmal und konisch, leicht gebogen - findet sich bei mehreren rezenten Arten unterschiedlicher Familien. Es ist davon auszugehen, dass auch in der Vergangenheit ähnlich gebaute Köcher bei Vertretern unterschiedlicher Familien auftraten. Im Vergleich zwischen Fundorten gleichen Alters und der Zusammensetzung von Larvenköchern und adulten Köcherfliegen zeigte sich auch, dass die unterschiedlichen Arten von Köchern von Larven derselben Familie gebaut wurden und dass die unterschiedliche Bauweise auf unterschiedliche ökologische Bedingungen zurückzuführen ist (PONOMARENKO et al. 2009). Das verwendete Baumaterial hängt jedoch nicht nur von der Verfügbarkeit ab, sondern oft auch von der jeweiligen Individualentwicklung, etwa wenn frühe Larvenstadien andere Baumaterialien verwenden als ältere. Es herrscht in der wissenschaftlichen Literatur Übereinstimmung darüber, dass leere fossile Larvengehäuse, das heißt solche ohne ebenfalls erhaltene Larven oder deren Überresten, kaum bestimmten Familien, Gattungen oder gar Arten zugeordnet werden können.

Entsprechend kann aus der bei den hier vorgestellten fossilen Larvenköchern vorherrschenden Verwendung von Baumaterial und der Bauart keine tatsächliche taxonomische Zuordnung vorgenommen werden. Die Zugehörigkeit der Köcher zum Ichnotaxon *Terrindusia* und damit zum "Sandkörnchen-Typ" hingegen ist unzweifelhaft. Die Larven der Köcherfliegen des Indusitaxon *Terrindusia* (s. str.) bauten Köcher aus mineralischen Partikeln (PONOMARENKO et al. 2009). Diese parataxonomische Zuordnung wird dadurch deutlich, dass Köcher dieses Typs von Vertretern so unterschiedlicher Familien wie etwa Limnephilidae, Leptoceridae und Lepidostomatidae gebaut werden (POSCHMANN 2006).

Dennoch lassen die Köcher einige Rückschlüsse zu. Da bei Köcherfliegenlarven in Abhängigkeit vom jeweiligen Habitat einer Art Unterschiede in der Bauweise der Köcher auftreten, ergeben sich Hinweise auf vorherrschende Umweltbedingungen. Die Trichopterenlarven der Brandungsufer und

der fließenden Gewässer etwa fertigen meist Köcher aus Sandkörnern oder Steinchen, während Zweige und Blätter nur selten verwendet werden. Folglich sind diese Köcher relativ schwer und werden weniger leicht mit der Strömung verdriftet. Die Köcher wirken stromlinienförmig; das Baumaterial ist typisch für Arten in bewegtem Wasser. Pflanzliches Material als Baumaterial ist an keinem der vorliegenden fossilen Köcher zu erkennen, obwohl es im Sediment reichlich auftritt. Der Köcherbau erfolgte demnach gezielt, wahrscheinlich als Anpassung an Strömungsverhältnisse und Wellenschlag. Es handelt sich folglich wahrscheinlich um eine Art der Brandungszone oder der fließenden Gewässer. Tatsächlich war das damalige Habitat gekennzeichnet durch leicht bewegtes Wasser, Wellenschlag, regelmäßige Überflutungen sowie einen Wechsel zwischen Hoch- und Niedrigwasser. Da das Baumaterial immer aus dem Lebensraum der Larve stammt, ist von einem fließenden Gewässer oder einer Brandungszone mit sandigem Boden auszugehen.

Einige der untersuchten Köcher sind am hinteren Ende spitz zulaufend sowie vergleichweise lang und dünn, während andere am Hinterende stumpf und gleichzeitig kürzer sind (Tafel 1, Fig. 1 - 6). Der Grad der Verjüngung der Köcher wird mitunter als Hinweis auf unterschiedliche Arten gedeutet; jedoch käme hier noch unterschiedliche Verwendung von Baumaterial hinzu (HEADS 2006). Geht man davon aus, dass bei den hier vorliegenden relativ kurzen Köchern das hintere Ende schon zu Lebzeiten der Larve abgebrochen ist, könnte es sich bei diesen Exemplaren um ältere Larvalstadien oder alternativ bei den unterschiedlichen Köcherformen um zwei verschiedene Arten handeln. Da die kurzen Köcher gleichzeitig auch dicker sind als die längeren, spitz zulaufenden, handelt es sich vermutlich um ein späteres Entwicklungsstadium derselben Art, bei dem das spitze hintere Ende mittlerweile abgebrochen ist, entweder zu Lebzeiten der Larve oder nach ihrem Tod.

Neben leicht gebogenen liegen auch (scheinbar) gerade ausgeformte Köcher vor (Tafel 1, Fig. 4 - 6). Dies weist entweder auf unterschiedliche Köcherbauweisen bei ein und derselben Art hin oder aber auf zwei unterschiedliche Arten. Alternativ könnte die Ursache für die unterschiedliche Form auch in der Lage der Köcher im Substrat zu finden sein. Eine Krümmung des Köchers wäre nur zu erkennen, wenn der Köcher lateral aufliegt; liegt er hingegen dorsal oder ventral auf dem Substrat, wäre die Krümmung nicht sichtbar.

Zusammengefasst betrachtet gibt es keine eindeutigen Hinweise darauf, dass die Köcher von unterschiedlichen Trichopterenarten stammen. Hinweise hierauf könnten nur Funde von Imagines, etwa Flügel mit erhaltener Flügeladerung, oder aber fossile Larven geben. Die Ähnlichkeit in der Größe und der Form sowie die Verwendung desselben Baumaterials sprechen bisher dafür, dass alle Köcher von Larven derselben Art gebaut wurden.

POSCHMANN (2006) beschreibt Köcher von Trichopteren aus der Enspel-Formation des Westerwaldes (Oberoligozän), die den Exemplaren von der Fundstelle Pfaffenzell in Bauweise und Materialverwendung sehr ähnlich sind. 14 Köcher der als *Terrindusia* (s. str.) beschriebenen, leicht gebogenen und nach hinten verjüngten Formen bestehen aus feinen Sandkörnchen (POSCHMANN 2006: S. 64, Tafel 1 F). Der abgebildete Köcher lässt eine Ähnlichkeit mit den hier vorgestellten Fossilien erkennen, die den Vergleich mit jedem Köcher einer rezenten Art übertrifft. Als Baumaterial nennt POSCHMANN Quarz, Quarzit, Pyroxen und gefrittete Tonsteine. Das Material wird als eckig bis kantengerundet beschrieben. Der Autor nennt außerdem ähnliche Funde aus der Grube Messel (Mitteleozän; LUTZ 1988). Erwähnt werden jedoch auch Gruppen von Köchern,

deren Einzelexemplare mit Gespinstmaterial untereinander verbunden waren. Derartige Gruppen von Köchern liegen von der Fundstelle Pfaffenzell nicht vor. Lediglich in einem Fall (vgl. Tafel 1, Fig. 4) lassen sich zwei dicht aneinander liegende Köcher erkennen; ob diese jedoch untereinander verbunden sind oder durch Zufall in dieser Position zu liegen kamen lässt sich nicht beurteilen. Dies und auch das unterschiedliche Alter der Fossilien sollten die Abgrenzung der Exemplare aus der Oberen Süßwassermolasse rechtfertigen.

Literaturverzeichnis

- BENNIKE, O. & WIBERG-LARSEN, P. (2002): Seed-like hydroptilid larval cases (Insecta: Trichoptera) from Holocene freshwater deposits.- Journal of Paleolimnology, 27: 275–278.
- BEUTEL, R. G., FRIEDRICH, F., HÖRNSCHEMEYER, T., POHLA, H., HÜNEFELD, F., BECKMANN, F., MEIER, R., MISOF, B., WHITING, M. F. & VILHELMSEN, L. (2010): Morphological and molecular evidence converge upon a robust phylogeny of the megadiverse Holometabola. Cladistics, 26: 1–15.
- BÖHME, M. (2002): New approaches investigating freshwater palaeoecosystems. European Palaeontological Association: Workshop on Freshwater and Brackish (Palaeo)ecosystems, p.23-30, Fribourg University 23.-25. September 2002 (extended abstract)
- DE MOOR, F. C. & IVANOV, V. D. (2008): Global diversity of caddisflies (Trichoptera: Insecta) in freshwater. Hydrobiologia, 595: 393–407.
- DODDS, G. S. & HISAW, F. L. (1925). Ecological studies on aquatic insects. III. Adaptations of caddisfly larvae to swift streams. Ecology 6: 123-137.
- FLINT, O. S. (1982): Studies of Neotropical Caddisflies, XXX: Larvae of the genera of South American Limnephilidae (Trichoptera). Smithsonian Institution Press, City of Washington, 1982.
- FREY, D. G. (1964): Remains of animals in Quaternary lake and bog sediments and their interpretation. Advances in Limnology, Volume 2, 144 Seiten.
- GRAF, W., LUBINI, V., PAULS, S. (2005): Larval description of Drusus muelleri McLACHLAN, 1868 (Trichoptera: Limnephilidae) with some notes on its ecology and systematic position within the genus Drusus. Ann. Limnol. Int. J. Lim. 41: 93-98.
- GREGOR, H.-J. & SCHMID, W. (1983): Ein Massenvorkommen von Hemitrapa heissigii Früchten (Trapaceae) in der Sondermüll-Deponie Gallenbach bei Dasing (Lkrs. Aichach-Friedberg).- Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben e.V., 87, 3-4: 63-69, 3 Taf.; Augsburg
- GREGOR, H.-J. (1980): Ein neues Klima- und Vegetationsmodell für das untere Sarmat (Mittelmiozän) Mitteleuropas unter spezieller Berücksichtigung floristischer Gegebenheiten. Verh. geol. B.-A., 1979 (3): 337–353, 4 Tab., 1 Kt.; Wien
- GREGOR, H.-J. (1982): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. Paläokarpologie, Phytostratigraphie, Paläoökologie, Paläoklimatologie.- 278 S., 34 Abb., 16 Taf., 7 S. mit Profilen und Plänen, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

- GREGOR, H.-J. (2006): Erstnachweis von fossilen Motten-Schildläusen, Molassodina friedei nov. gen. et spec. in Sedimenten der westlichen Oberen Süßwassermolasse bei Burtenbach (Bayern).- Documenta naturae, 155, 8: 1-19, 4 Abb., 5 Taf., München
- GREGOR, H.-J. (2007): Die Problematik paläoökologisch-paläoklimatischer Rekonstruktionen anhand geologisch-paläontologischer Beispiele.- Documenta naturae, 155, 9: 73 S., 2 Abb., 3 Tab., 4 Taf., München
- GREGOR, H.-J. (2011): Fossile Auwälder und ihre Systematik in der Molasse Süddeutschlands ein Überblick.- Documenta naturae, 184: 115-119, 1 Taf., München
- GREGOR, H.-J., HOTTENROTT, M., KNOBLOCH, E. & PLANDEROVA, E. (1989): Neue mega- und mikrofloristische Untersuchungen in der jungtertiären Molasse Bayerns.- Geol. Bav 94: 281-369, 10 Abb., 5 Tab., 9 Taf.; München
- GRIMALDI, D. & ENGEL, M. S. (2005): Evolution of the Insects. Cambridge University Press, New York, 772 Seiten. Holzenthal, R.W., Blahnik, R. J., Prather, A. L., Kjer, K. M. (2007). Order
- HANTKE, R. (1954): Die fossile Flora der obermiozänen Oehninger Fundstelle Schrotzburg (Schienerberg, Süd-Baden). Denkschr. schweiz. naturforsch. Ges., Abh., 80,2:31-118, 16 Taf., 2 Tab., 4 Diagr., 2 Abb., Zürich
- HEADS, S. W. (2006): A new caddisfly larval case (Insecta, Trichoptera) from the Lower Cretaceous Vectis Formation (Wealden Group) of the Isle of Wight, southern England. Proceedings of the Geologists' Association, 117: 307–310.
- HEER, O. (1847-1853): Die Insektenfauna der Tertiärgebilde von Oeningen und von Radoboj in Croatien. I. Käfer, 230 S., VIII, 1847, II. Heuschrecken, 264 S., XVII, 1849, III. Rhynchoten, 139 S., XV, 1853. N. Mem. Soc. helvet. Sci. natur., 11 Taf.
- HEER, O., (1856): Flora tertiaria Helvetiae Die tertiäre Flora der Schweiz II. 110 S., Taf. 51-100, J. Wuster-Comp., Winterthur
- HEER, O., (1859): Flora tertiaria Helvetiae Die tertiäre Flora der Schweiz III, 378 S., Taf. 101-155, J. Wuster-Comp., Winterthur
- HEYNG, A. M. & GREGOR, H.-J. (2011): Besondere Neufunde aus miozänen Mergeln der Oberen Süßwassermolasse von Pfaffenzell bei Augsburg Farn-, Moos- und Insektenreste.- Documenta naturae, 184: 105-113, 3 Abb., 2 Taf., München
- HOLZENTHAL, R. W., BLAHNIK, R. J., PRATHER, A. L. & KJER, K. M. (2007): Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. In: ZHANG, Z.-Q. & SHEAR, W. A. (Eds.). Linneaus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy. Zootaxa 1668: 639-698.
- ISHIWATA, K., SASAKI G., OGAWA, J., MIYATA T., SU, Z. H. (2011): Phylogenetic relationships among insect orders based on three nuclear protein-coding gene sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution, 58: 169-80. doi: 10.1016/j.ympev.2010.11.001.
- IVANOV, V. D. & SUKATSHEVA, I. D. (2002): Order Trichoptera Kirby, 1813. The caddisflies (=Phryganeida Latreille, 1810). In: Rasnitsyn, A. P. & Quicke, D. L. J. (Eds.) History of Insects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 199–220.

- IVANOV, V. D. (2002): Contribution to the Trichoptera phylogeny: New family tree with consideration of Trichoptera-Lepidoptera relations. In Mey, W. (ed.), Proceedings of the 10th International Symposium on Trichoptera. Nova Supplementa Entomologica. Goecke & Evers, Keltern, 15: 277–292.
- IVANOV, V. D. (2006): Larvae of caddisflies (Insecta: Trichoptera) from the Mesozoic of Siberia. Paleontological Journal, 40: 178-189.
- JENSEN, C. S. (2007): Odontocerum albicorne (Scopoli, 1763) (Trichoptera, Odontoceridae) in Norway. Norw. J. Entomol. 54: 19-20.
- KRISTENSEN, N. P. (1997): Early evolution of the Lepidoptera + Trichoptera lineage: phylogeny and the ecological scenario. In: Grandcolas, P. (Ed.) The Origin of Biodiversity in Insects: Phylogenetic Tests of Evolutionary Scenarios. Mémoires du Muséum national d'histoire naturelle, Éditions du Muséum, Paris, 253–271.
- LEHMANN, U. (1972): Tagesperiodisches Verhalten und Habitatwechsel der Larven von Potamophylax luctuosus (Trichoptera). Oecologia, 9: 265-278.
- LEPNEVA, S. G. (1966): Larvae and pupae of the suborder Integripalpia, in Fauna of the USSR: Caddisflies (Nauka, Moscow-Leningrad), Vol. 2, Issue 2 [in Russian].
- LUTZ, H. (1988): Riesenameisen und andere Raritäten Die Insektenfauna. In: SCHAAL, S. & ZIEGLER, W. [Hrsg.]: Messel Ein Schaufenster in die Geschichte der Erde und des Lebens: 55-67. Frankfurt a. M. (Waldemar Kramer).
- MALICKY, H. (1980): Lichtfallenuntersuchungen über die Köcherfliegen (Insecta, Trichoptera) des Rheins. Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 18: 71-76.
- MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. & MARTINELL, J. (1993): Insect taphonomy experiments. Their application to the Cretaceous outcrops of lithographic limestones from Spain. Kaupia 2: 133-144.
- MORSE, J. C. (1997): Phylogeny of Trichoptera. Annual Review of Entomology, 42: 427-450.
- MORSE, J.C. (2011): The Trichoptera World Checklist. Zoosymposia, 5: 372–380.
- PONOMARENKO, A. G., SUKATSHEVA, I. D. & VASILENKO D. V. (2009): Some characteristics of the Trichoptera distribution in the Mesozoic of Eurasia (Insecta: Trichoptera). Paleontological Journal, 43: 282–295.
- POSCHMANN, M. (2006): Köcherfliegen-Larvengehäuse (Trichoptera: Integripalpia) aus der Enspel-Formation (Oberoligozän) des Westerwaldes. Mainzer naturwiss. Archiv 44: 61-70.
- SCHMID, W. & GREGOR, H.-J. (1985): Neue Pflanzenfundstellen in der westlichen Oberen Süßwassermolasse (OSM) bei Augsburg.- Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben e.V., 89, 3: 69-73, 3 Taf.; Augsburg
- SCHMITT, H. & BUTZMANN, R. (1997): Entrischenbrunn Statistische Untersuchungen an einer neuen Florenfundstelle aus der Oberen Süßwassermolasse im Landkreis Pfaffenhofen a.d.Ilm.- Documenta naturae, 110: 55-87, 2 Abb., 11 Tab., 4 Taf., München
- SOLEM, J. O. & BIRKS, H. H. (2000): Late-glacial and early-Holocene Trichoptera (Insecta) from Kräkenes Lake, western Norway. Journal of Paleolimnology, 23: 49–56.

- STURM, R. (2013): Ökologische Untersuchungen an Larven verschiedener Köcherfliegenarten (Insecta: Trichoptera). Entomologische Zeitschrift, 5: 231-236.
- SUKATSHEVA, I. D. (1982): Historical development of the order Trichoptera. Proceedings of the Paleontological Institute of the Academy of Sciences of the USSR, 197: 1-111 (Nauka, Moscow) [in Russian].
- SUKATSHEVA, I. D. (1985): Jurassic caddisflies of southern Siberia. In Jurassic Insects of Siberia and Mongolia (Nauka, Moscow), 115–120 [in Russian].
- SUKATSHEVA, I. D. (1989): Cenozoic caddisflies of Primorsky Kray. In Cenozoic of the Russian Far East (Dal'nevost. Otdel. Akad. Nauk SSSR, Vladivostok), 151–160 [in Russian].
- SUKATSHEVA, I. D. (1990): Caddisflies: Phryganeida, in Late Mesozoic Insects of Eastern Transbaikalia: Proceedings of the Paleontological Institute of the Academy of Sciences of the USSR (Nauka, Moscow), 239: 94–122 [in Russian].
- SUKATSHEVA, I. D. (1991): Late Cretaceous stage in the history of the order Trichoptera. Acta Hydroentomologica Latvia, 1: 68–85.
- SUKATSHEVA, I. D. (1992): New fossil representatives of caddisflies (Phryganeida) from Mongolia. In New Taxa of Fossil Invertebrates of Mongolia: Proceedings of the Joint Soviet-Mongolian Paleontological Expedition (Nauka, Moscow), 41: 100–110 [in Russian].
- SUKATSHEVA, I. D. (1994): Cases of Jurassic caddisflies (Insecta, Trichoptera) of Mongolia. Paleontologicheskii Zhurnal, 4: 74–85.
- SUKATSHEVA, I. D. (2005): A Record of a Larval Caddis-Case Folindusia of the Subgenus Acrindusia (Trichoptera) from the Upper Cretaceous of the Amur Region. Paleontologicheskii Zhurnal, 5: 47–49 [Paleontological Journal, 39: 508–510].
- UCHMAN, A., GAŹDZICKI, A. & BŁAŻEJOWSKI, B. (2008): Caddisfly (Trichoptera) from the Oligocene lacustrine strata of King George Island, West Antarctica. Polar Research-Arctic and Antarctic Perspective in the International Polar Year. SCAR/IASC IPY. Open Science Conference. St. Petersburg, Russia July 8th 11th.
- ULMER, G. (1912): Die Trichopteren des baltischen Bernsteins. Physikalisch-ökonomische Gesellschaft Königsberg, Beiträge zur Naturkunde Preußens, 10: 380 S.
- VIALOV, O. S. & SUKATSHEVA, I. D. (1976): Fossil cases of caddisfly larvae (Insecta, Trichoptera) and their significance for stratigraphy. Proceedings of the Joint Soviet-Mongolian Paleontological Expedition (Nauka, Moscow), 3: 169–232 [in Russian].
- WARINGER, J. & GRAF, W. (1997): Atlas der österreichischen Köcherfliegenarten unter Einschluss der angrenzenden Gebiete. 288 S., Facultas Universitätsverlag, Wien.
- WARINGER, J., GRAF, W., BÁLINT, M., KUČINIĆ, M., PAULS, S. U., PREVIŠIĆ, A., KERESZTES, L., VITECEK, S. (2013): The larva of Drusus vinconi SIPAHILER, 1992 (Trichoptera, Limnephilidae, Drusinae). ZooKeys 317: 69-80, doi: 10.3897/zookeys.317.5749

- WARINGER, J., GRAF, W., PAULS, S., CIANFICCONI, F. (2008): The larvae of Drusus improvisus McLACHLAN, 1884, Drusus camerinus MORETTI, 1981 and Drusus aprutiensis MORETTI, 1981 (Trichoptera: Limnephilidae: Drusinae). Aquatic Insects 30: 269-279.
- WEBENAU, B.v. (1995): Die jungtertiären Blattfloren der westlichen Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands.- Documenta naturae, <u>98</u>:1-147, 15 Abb., 16 Tab., 49 Taf., München
- WESENBERG-LUND, C. (1943): Biologie der Süßwasserinsekten. Gyldensdalske Boghandel, Nordisk Forlag, Kopenhagen, und Verlag J. Springer, Berlin, Wien, 1943; Nachdruck: Verlag J. Cramer, Braunschweig; Verlag Otto Koeltz, Koenigstein, 1980; 501 Abb., 13 Tafeln. Seiten 150 221.
- WIBERG-LARSEN, P., BENNIKE, O., JENSEN, J. B. & LEMKE, W. (2001): Trichoptera remains from early Holocene river deposits in the Great Belt, Denmark. Boreas, 30: 299–306. DOI: 10.1111/j.1502-3885.2001.tb01049.x
- WIEGMANN, B. M., TRAUTWEIN, M. D., KIM, J.-W., CASSEL, B. K., BERTONE, M. A., WINTERTON, S. L. & YEATES, D. K. (2009): Single-copy nuclear genes resolve the phylogeny of the holometabolous insects. BMC Biology, 7: 34 doi:10.1186/1741-7007-7-34.
- WIGGINS, G. B. (1977): Larvae of the North American caddisfly genera (Trichoptera). University of Toronto Press, Toronto, 1-401.
- WIGGINS, G. B. (1996): Larvae of the North American caddisfly genera (Trichoptera). Second Edition. University of Toronto Press, Toronto, Canada, 457 Seiten.
- WIGGINS, G. B. (2004): Caddisflies: the underwater architects. University of Toronto Press, 292 Seiten.
- WILKINSON, B. (1981): Quaternary sub-fossil Trichoptera larvae from a site in the English Lake District. Proceedings of the Third International Symposium on TrichopteraSeries Entomologica, 20: 409-419.
- WILKINSON, B. (1984): Interpretation of past environments from sub-fossil caddis larvae. Series Entomologica, 30: 447-452.
- WILKINSON, B. (1987): Trichoptera sub-fossils from temperate running water sediments. Proceedings of the Fifth International Symposium on Trichoptera, Series Entomologica, 39: 61-65.
- WILLIAMS, N. E. & MORGAN, A. V. (1977): Fossil caddisflies (Insecta: Trichoptera) from the Don Formation, Toronto, Ontario, and their use in paleoecology. Canadian Journal of Zoology, 55: 519-527.
- WILLIAMS, N. E. (1987): Caddisflies and quaternary palaeoecology what have we learned so far? Proceedings of the Fifth International Symposium on Trichoptera, Series Entomologica, 39: 57-60.
- WILLIAMS, N. E. (1988). The use of caddisflies (Trichoptera) in Palaeoecology. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 62: 493–500.

- WILLIAMS, N. E. (1989): Factors affecting the interpretation of caddisfly assemblages from Quaternary sediments. Journal of Paleolimnology, 1: 241–248.
- WILLIAMS, N. E., WESTGATE, J. A, WILLIAMS, D. D., MORGAN, A. & MORGAN, A. V. (1981): Invertebrate fossils (Insecta: Trichoptera, Diptera, Coleoptera) from the Pleistocene Scarborough formation at Toronto, Ontario, and their palaeoenvironmental significance. Quaternary Research, 16: 146-166.
- ZHERIKHIN, V. V. (2003): Insect trace fossils, their diversity, classification and scientific Importance. Acta zoologica cracoviensia, 46 (suppl.– Fossil Insects): 59-66.

Tafeln

Das abgebildete Material liegt in der

Sammlung des Naturmuseums Augsburg

unter der

Eingangsnummer /2188

Tafel 1

Fig. 1-6: Molassoterrinduisa heyngii nov. gen. et sp. - Der Maßstabsbalken entspricht jeweils 1 mm.

Bituminöse Mergel zwischen Kiesen der basalen Gallenbach-Serie und der hangenden Unteren Laimeringer Serie in der Kiesgrube Pfaffenzell II östlich Augsburg; Mittel-Miozän, Sarmat, PZK 3a, OSM-3b2 Phytozone.

- Fig. 1-3: leicht gebogene, zum Ende stumpf zulaufende Köcher.
- Fig. 1: NMA Inv. Nr. 2014-1358/2188 Paratypus
- Fig. 2: NMA Inv. Nr. 2014-1359/2188 Paratypus
- Fig. 3: NMA Inv. Nr. 2014-1360/2188 Paratypus
- Fig. 4: Zwei Köcher, dicht aneinander liegend. NMA Inv. Nr. 2014-1361/2188 Paratypus
- Fig. 5 6: gerade, zum Ende spitz zulaufende Köcher.
- Fig. 5: NMA Inv. Nr. 2014-1362/2188 Paratypus
- Fig. 6: NMA Inv. Nr. 2014-1363/2188 Paratypus

Tafel 1

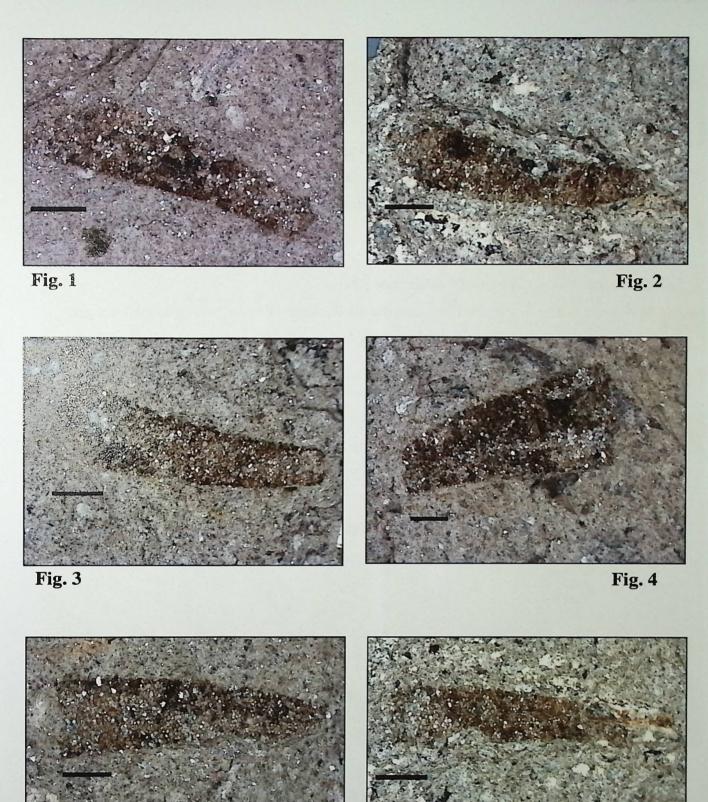


Fig. 5 Fig. 6

Tafel 2

Fig. 1-2: Molassoterrindusia heyngii nov. gen. et sp.

Bituminöse Mergel zwischen Kiesen der basalen Gallenbach-Serie und der hangenden Unteren Laimeringer Serie in der Kiesgrube Pfaffenzell II östlich Augsburg; Mittel-Miozän, Sarmat, PZK 3a, OSM-3b2 Phytozone.

Leicht gebogene, zum Ende stumpf zulaufende Köcher.

Die stark vergrößerten Darstellungen lassen die als Baumaterial verwendeten Sandkörner gut erkennen. Der Maßstabsbalken entspricht jeweils 1 mm.

Fig. 1: Molassoterrindusia heyngii nov. gen. et sp. – Holotypus, NMA Inv. Nr. 2014-1356/2188

Fig. 2: Molassoterrindusia heyngii nov. gen. et sp. - Paratypus, NMA Inv. Nr. 2014-1357/2188

Tafel 2

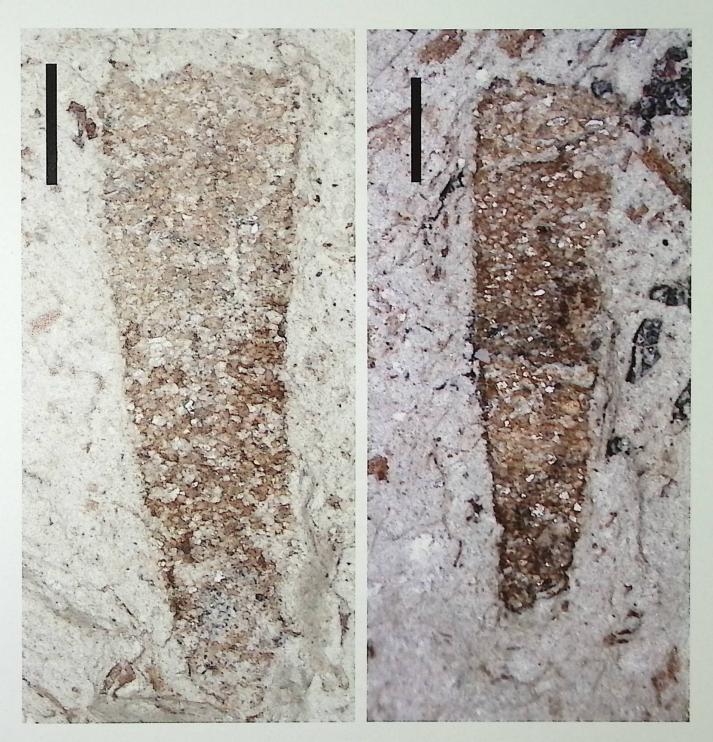


Fig. 1 Fig. 2

Zwei altersverschiedene miozäne Makro-Floren aus der Oberen Süßwassermolasse von Derndorf (Kirchheim i. Schwaben, Unterallgäu)

R. RIEDERLE, H.-J. GREGOR & U. SEEHUBER

Zusammenfassung

Es werden zwei verschiedene Blatt- und Fruchtfloren aus der Oberen Süßwassermolasse (OSM) von Derndorf (Kirchheim i. Schwaben, Unterallgäu) beschrieben, die durch verschiedene Dominanzen gekennzeichnet sind. Die ältere Flora (Derndorf I) zeigt eine Gleditsia lyelliana - Daphnogene polymorpha - Salix lavateri - Vergesellschaftung, die jüngere (Derndorf II) ein Platanus leucophylla - Liquidambar europaea - Daphnogene polymorpha - Biotop. Die jüngere Flora kann mit Aufarbeitungshorizonten mit Säugetierresten, welche ins obere Badenium (MN 6) eingestuft wurden, korreliert werden.

Summary

Two different leaf- and fruit-floras from the Upper Freshwater Molasse (UFM) of Derndorf (Kirchheim i. Schwaben, Unterallgäu) are described, which show different prevalences. The older flora (Derndorf I) is characterized by a

Gleditsia lyelliana - Daphnogene polymorpha - Salix lavateri - association, the younger one (Derndorf II) by a Platanus leucophylla - Liquidambar europaea - Daphnogene polymorpha - biotope. The younger flora can be correlated with mammal bearing - layers, which belong to the upper Badenium (MN6).

Anschriften der Verfasser:

Robert Riederle, Kirchheimer Str. 23, D-87745 Eppishausen,

Dr. Hans-Joachim Gregor, Palaeo-Bavarian-Geological-Survey, Daxerstr. 21, 82140 Olching;

E-Mail: h.-j.gregor@t-online.de

Dr. Ulrich Seehuber, Wolfsberg 4, 86450 Altenmünster, E-Mail: andrias@gmx.de

Seite

Inhalt

1.Einleitung und Danksagung	28
2. Die Pflanzenfundstelle Derndorf I	30
2.1 Bergung und Fundsituation	30
2.2 Derndorf I – Fossilium Catalogus	30
2.2.1 Blattflora	30
2.2.2 Diasporen	33
3. Die Pflanzenfundstelle Derndorf II	34
3.1 Bergung und Fundsituation	34
3.2 Fossilium Catalogus	34
3.2.1 Blattflora	34
3.2.2 Diasporen	36
4. Stratigraphisches Alter der Ablagerungen	37
4.1 Biostratigraphie	37
4.1.1 Fauna	37
4.1.2 Flora	37
4.1.2.1 Derndorf I	37
4.1.2.2 Derndorf II	38
4.1.2.3 Altersbestimmung der beiden Floren	39
4.5 Floristische Gegebenheiten	40
5. Ökologie und Klimarekonstruktion	41
6. Ergebnisse	42
Literaturverzeichnis	43
Tafeln	46

1 Einleitung und Danksagung

Die Fundstelle liegt in der Süddeutschen Molasse (Abb. 1), der Oberen Süßwassermolasse (OSM) zwischen Derndorf und Tiefenried (Abb. 2) NW Kirchheim in Schwaben ca. 1,3 km nordöstlich der Kirche von Derndorf unmittelbar nördlich einer ehemaligen Mülldeponie (Abb. 2, Pfeil). Es handelt sich um die Kiesgrube "Baggerbetrieb STEIGER, 87757 Kirchheim/Schwaben" (Taf. 4, Fig. 5). (TK 25 Blatt 7828 Kirchheim i. Schwaben, Landkreis Unterallgäu, Bezirk Schwaben, Bayern, Gauß-Krüger-Koordinaten (12°): RW = 4386930, HW = 5340550; Abb. 3).

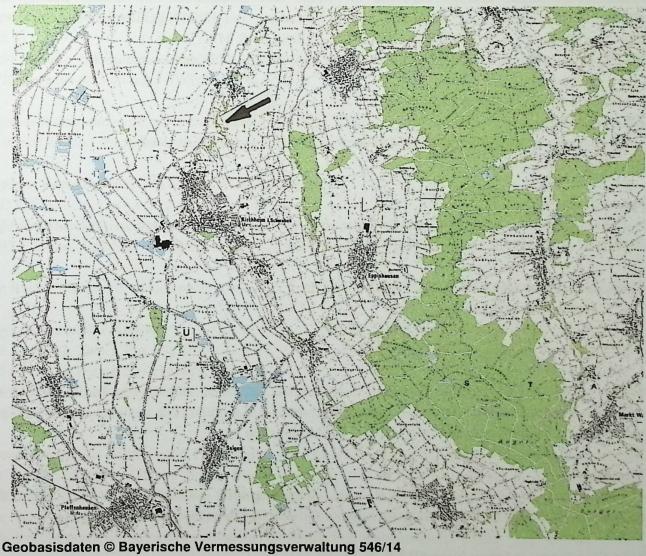
In der Grube stehen OSM-Sande mit einer Mächtigkeit von ca. 6 Metern an. Diese werden von ca. 4 m mächtigen quartären Schottern überlagert. Die Grubensohle liegt bei etwa 552 m über NN. Dicht unter der Grubensohle liegt ein ausgedehntes Mergellager. In der südlichen Grubenhälfte war es bereits mehrmals aufgeschlossen.

Die Sandschichten werden im unteren Drittel von Aufarbeitungslagen durchzogen. Aus diesen konnten zahlreiche Zahn- und Knochenreste einer Wirbeltierfauna geborgen werden. Im obersten Bereich der Sandschichten befindet sich eine Aufarbeitungslage, die außer Muschelschalen keine weiteren Fossilreste geliefert hat. Die Faunenreste sind bereits von SEEHUBER (2009) bearbeitet worden.

In der Grube konnten durch einen der Autoren (R. R.) an zwei verschiedenen Stellen pflanzenführende Mergelschichten entdeckt werden, die zwei unterschiedliche Floren - Flora 1 und Flora 2 - geliefert haben. Sie werden im folgenden als Derndorf I und Derndorf II bezeichnet. Für die Möglichkeit zur Bearbeitung des fossilen Florenmaterials von Derndorf sei an dieser Stelle dem Leiter des Naturmuseums Augsburg, Herrn Dr. Michael Rummel, herzlich gedankt.



Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes in S-Deutschland (Pfeil)



Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung 546/14

Abb. 2: Lage der Kiesgrube Derndorf NW Kirchheim/Schwaben (Pfeil)

2. Die Pflanzenfundstelle Derndorf I

2.1 Bergung und Fundsituation

Die Pflanzenfundstelle Derndorf I wurde im Frühjahr 2001 entdeckt. Erst im August 2001 konnte umfangreiches Pflanzenmaterial geborgen werden. Bei einer Geländebegehung im Jahre 2004 wurde durch einen der Autoren (U. S.) weiteres Material gesichert. Darunter befindet sich auch das einzige Exemplar von Koelreuteria macroptera (vgl. S. 33). Das Fundmaterial der Pflanzenfundstelle Derndorf I wird im Naturmuseum Augsburg unter Eingangs-Nummer NMA /1976 aufbewahrt.

Der ca. 60 cm mächtige Blättermergel lag etwa 40 cm unter der Grubensohle und wurde bei der Anlage einer Sickergrube angeschnitten. Er stellte die oberste Schicht eines mehreren Meter mächtigen Mergellagers dar. Unter dem Blättermergel folgte ein ca. 30 cm mächtiger Knollenmergel, in dem zahlreiche knollenförmige Kalkkonkretionen eingelagert waren. Darunter folgten weitere unterschiedlich gefärbte Mergelschichten, so ein dunkelbrauner (20 cm), ein grauer (100 cm) und ein feuerroter Mergel (100 cm). Die Unterkante des Mergellagers war nach 3,5 m Tiefe noch immer nicht erreicht. Über dem Blättermergel lagerte diskordant eine Aufarbeitungslage (siehe zu allem Abb. 3).

Die Farbe des Pflanzenmergels wechselte von oben nach unten von braun nach grau. Die Pflanzenreste zeigen kräftige Farbtöne in orange und dunkelbraun. Im oberen Bereich der pflanzenführenden Schicht befanden sich U-förmige, mit Sand gefüllte Grabröhren von Ephemeropteren-Larven (GREGOR 1982a: 222, FÜRSICH & MAYR 1981).

Die Pflanzenfundstelle Derndorf I ist inzwischen verfüllt und nicht mehr zugänglich.

2.2 Derndorf I - Fossilium Catalogus

2.2.1 Blattflora

Die Erhaltung der Blätter und Fruktifikationen ist sehr gut und deutlich sichtbar.

Anzahl der Taxa: 227

Fabaceae

Zur Problematik der fossilen Gleditsia-Reste und der falschen Einordnung zu *Podocarpium* vgl. GREGOR & HANTKE 1980 und HERENDEEN 1992.

Gleditsia lyelliana (HEER) HANTKE

Taf. 1, Fig. 5, Taf. 2, Fig. 3 1954 *Podogonium lyellianum* - HANTKE, S. 73 1995 *Gleditsia lyelliana* –WEBENAU, S. 135

Gleditsia lyelliana ist in dieser Blattflora die häufigste Art. In Burtenbach und Gallenbach ist sie ebenfalls dominant. Von dieser Art liegen mit zwei Ausnahmen, die aus mehr oder weniger vollständigen Blättern bestehen, nur isolierte Fiederblättchen vor.

Lauraceae

Cinnamomum lanceolatum HEER vel Daphnogene polymorpha (AL. BRAUN) ETTINGSHAUSEN vel Daphnogene bilinica (UNGER) KVACEK & KNOBLOCH

Taf. 3, Fig. 5, 6

1856 Cinnamomum lanceolatum HEER, S. 86, 87

1856 Cinnamomum scheuchzeri HEER, S. 85, 86

1954 Cinnamomum polymorphum - HANTKE, S. 66

1969 Daphnogene bilinica - KNOBLOCH, S. 19

1995 Daphnogene polymorpha - WEBENAU, S. 132

Diese "Art" ist das zweithäufigste Taxon in Derndorf I. Es liegen ausschließlich lanzettliche Blattformen vor (siehe Beitrag in Kap. 3.2.1), wobei auch die forma lanceolata (bzw. C. lanceolata) vertreten ist.

Salicaceae

Salix lavateri AL. BRAUN

Taf. 3, Fig. 1-3

1954 Salix lavateri - HANTKE, S. 55

1995 Salix lavateri - WEBENAU, S. 124

Salix lavateri ist die dritthäufigste Art. Die meisten Blätter sind ganzrandig. Daneben kommen auch selten schwach gezähnte Blätter sowie Blätter mit leicht gewelltem Blattrand vor.

Populus balsamoides GOEPPERT

Taf. 1, Fig. 7, 8

1954 Populus balsamoides - HANTKE, S. 54

1995 Populus balsamoides - WEBENAU, S. 122

Populus balsamoides ist mit 6 Exemplaren vertreten. Diese Art hat stumpfe abgerundete Zähne. Sie lässt sich anhand der typischen Zähnung leicht von anderen Populus-Arten unterscheiden.

Populus populina (BRONIGART) KNOBLOCH

Taf. 1, Fig. 1

1954 Populus latior - HANTKE, S. 53

1995 Populus populina - WEBENAU, S. 122

Die Blätter dieser Art weisen nach vorne gerichtete spitze Zähne und große runde Zahnbuchten auf.

Populus mutabilis HEER

Taf. 1, Fig. 2, Taf. 3, Fig. 7

1954 Populus mutabilis - HANTKE, S. 52

1995 Populus mutabilis - WEBENAU, S. 123

1997 Populus mutabilis – SCHMITT & BUTZMANN, S. 60

Populus mutabilis ist nur mit 6 Exemplaren vertreten. Es handelt sich meist um lanzettliche Blätter mit kleinen stufigen Zähnen. Breite Blattformen mit großen Zähnen, wie sie in Entrischenbrunn (siehe SCHMITT & BUTZMANN 1997: 60) häufig vorkommen, fehlen.

Ein Blatt zeigt die gleiche Ausbildung wie ein von HANTKE (1954) aus der Fundstelle Schrotzburg unter forma crenata auf seiner Tafel III, Fig. 9 abgebildetes Blatt.

Ulmaceae

Ulmus pyramidalis GOEPPERT

Taf. 3, Fig. 8 1954 *Ulmus longifolia* - HANTKE, S. 59 1995 *Ulmus pyramidalis* - WEBENAU, S. 128

Ulmus pyramidalis ist nur mit 5 Exemplaren vertreten. Diese Art stellt allerdings in den Floren von Derching, Pfaffenzell und Unterwohlbach ein dominantes Florenelement dar.

Sapindaceae

Sapindus falcifolius AL. BRAUN

Taf. 1, Fig. 3

1954 Sapindus falcifolius - HANTKE, S. 75

1995 Sapindus falcifolius - WEBENAU, S. 136

Sapindus falcifolius ist mit 3 Exemplaren nachgewiesen. Die lanzettlichen Blätter sind schwach sichelförmig gekrümmt und der keilförmige Blattgrund ist mehr oder weniger asymmetrisch. Der Blattstiel ist meist kurz.

Sapindus falcifolius kommt in fast allen Blattfloren der Oberen Süßwassermolasse vor, ist aber nie häufig.

Plantae incertae sedis

Dicotylophyllum sp. 1

Taf. 3, Fig. 4

? 1995 Quercus mediterranea - WEBENAU, S. 127

1997 Pterocarya castaneaefolia - GREGOR & RIEDERLE, S. 8

Es liegt ein Blatt vor, das bis jetzt noch keiner bestimmten Gattung zugeordnet werden konnte. Der Blattgrund ist keilförmig. Das Blatt läuft in einer stumpfen Spitze aus. Der Blattrand ist im hinteren Teil des Blattes stufig gezähnt. Nach vorne weist es eine unregelmäßige Zähnung auf. Vom Hauptnerv zweigen zahlreiche Seitenadern ab, die sich dem Blattrand zu gabeln.

Ganz ähnliche Blätter sind aus Kirrberg-Tongrube bekannt und bei RIEDERLE & GREGOR (1997) auf Tafel 9, Fig. 6-10 abgebildet und als *Pterocarya castaneaefolia* bestimmt worden. Der lange Blattstiel und die Art der Zähnung sprechen gegen eine solche Bestimmung. Ähnliche Blätter bildet WEBENAU (1995) auf Tafel 19 d,e,f als *Quercus mediterranea* ab. Diese Blätter zeigen jedoch überhaupt keine Zähnung, sondern eher eine Wellung (allerdings undeutlich).

Dicotylophyllum sp. 2

Hamamelidaceae vel Aceraceae vel Vitaceae vel Rosaceae

Die ursprünglich bei einer ersten Grobbestimmung als Liquidambar europaea AL. BRAUN 1836 angesprochenen Blattreste sind alle schlecht erhalten und nicht eindeutig bestimmbar (dies im Gegensatz zu den Blättern der Flora von Derndorf II). Sicher ist eine gewisse Ähnlichkeit mit Blättern des Amberbaumes gegeben, allerdings haben auch andere Taxa vergleichbare Aderung, Blattrand und allgemeine Morphologie. So kommen des Weiteren in Betracht: Acer tricuspidatum in voller Variationsbreite, Vitaceen mit den Gattungen Vitis, Ampelocissus u.a. Die Rosengewächse

haben mit Blättern von Rubus u.a. sehr ähnliche Blätter.

Ein Problem wäre *Liquidambar* insofern, als diese Art in den älteren Molasse-Floren bisher nicht nachgewiesen werden konnte und somit ein Sonderstandort postuliert werden müsste. Bei den o.a. anderen Formen würde das keine Rolle spielen. Da eine genaue Bestimmung nicht möglich ist, soll auf dieses Problem nicht näher eingegangen werden.

Zur Problematik der "aceroiden" Blätter gibt es umfassende Literatur, z.B. HANTKE 1965 (*Acer*), ders. 1966 (*Liquidambar*), WALTHER 1972 (*Acer*). Da das Material schlecht zu fotografieren ist, wurde auf eine genaue und weitergehende Analyse verzichtet.

2.2.2 Diasporen

Fabaceae

Gleditsia knorrii (HEER) GREGOR

Taf. 2, Fig. 4-6, Taf. 4, Fig. 2 1982a Gleditsia knorrii - GREGOR, S. 105 1992 Podocarpium podocarpum – HERENDEN

Diese Art ist sehr häufig vertreten. Die gestielten Hülsen springen mit zwei Klappen auf und enthalten einen ovalen Samen. Die Früchte sind stets mit *Gleditsia lyelliana* vergesellschaftet, wodurch an einer Zusammengehörigkeit von Früchten und Blättern kann kaum gezweifelt werden.

Sapindaceae

Koelreuteria macroptera (KOV.) EDW.

Taf. 2, Fig. 1

1963 Koelreuteria macroptera - RÜFFLE, S. 237

1982a Koelreuteria macroptera - GREGOR, S. 113

Koelreuteria macroptera ist mit einem einzigen Exemplar vertreten. Diese Art ist nur von ganz wenigen Fundstellen bekannt, zum Beispiel vom Randecker Maar sowie von Derching und stellt somit eine Rarität dar.

Die länglich-ovale Frucht ist 4,5 cm lang und 2,7 cm breit und wird von einem Strang der Länge nach durchzogen. Das apikale Ende ist zugespitzt. Vom Mittelstrang gehen feine Adern aus, die gegen die Spitze hin immer mehr nach vorn geneigt sind. Im basalen Abschnitt der Kapsel liegt ein 9 mm großer, rundlicher Same, der etwas neben der Mitte liegend den Mittelstrang berührt.

Koelreuteria besitzt dreiteilige, aufgeblasene, häutige Kapseln, die bei der Fossilisation flachgedrückt wurden, sodass in der Regel nur zwei Klappen beiderseits der Mittellinie sichtbar sind.

Eine monografische Bearbeitung der Arten von Koelreuteria wurde vor kurzem von QI WANG et al. (2013) unter Mitwirkung des Autors GREGOR vorgelegt.

Salicaceae

Populus spec.

Taf. 4, Fig. 3

1982a Populus spec. - GREGOR, S. 89

Es liegen mehrere dreiklappige Kapseln vor, die der Gattung Populus zugeordnet werden können.

Betulaceae

cf. Corylus spec.

Taf. 1, Fig. 9

1982a Corylus spec. - GREGOR, S. 92

Wir haben mehrere nussartige Frucht- bzw. Samenabdrücke vorliegen, wie sie morphologisch GREGOR 1982a (Taf. 7, Fig. 22-24) mitgeteilt hat.

3. Die Pflanzenfundstelle Derndorf II

3.1 Bergung und Fundsituation

Die Pflanzenfundstelle Derndorf II befindet sich ca. 40 m nördlich der Pflanzenfundstelle Derndorf I und wurde am Ostersonntag 2013 von einem der Autoren (R. R) entdeckt, worauf in mehreren Bergungsaktionen zahlreiche Pflanzenreste vom ihm geborgen werden konnten.

Das Fundmaterial der Pflanzenfundstelle Derndorf II wird ebenfalls im Naturmuseum Augsburg unter Eingangs-Nummer NMA /2173 aufbewahrt.

Der etwa 50 cm mächtige Blättermergel war linsenförmig in einen hellgrauen Mergel eingeschaltet. Über dem Blättermergel folgten Fein- bis Mittelsande. In etwa dem gleichen Höhenräveau wie dem Blättermergel waren innerhalb der Grube Aufarbeitungslagen ausgebildet, die mehrere Großsäugerreste geliefert haben.

Der Pflanzenmergel variiert in der Farbe von oben nach unten von braun nach grau. Richtung Hangendes wird die pflanzenführende Schicht immer sandiger.

Die Farbe der Blätter ist blass, überwiegend weißgrau. Teilweise sind die Blätter aber auch rötlich gefärbt.

3.2 Fossilium Catalogus

3.2.1 Blattflora

Die Erhaltung der Blätter entspricht etwa dem der Flora von Derndorf I.

Anzahl der Blätter: 161

Platanaceae

Platanus leucophylla (UNGER) KNOBLOCH

Taf. 2, Fig. 8, Taf. 4, Fig. 1

1995 Platanus leucophylla - WEBENAU, S. 133

Platanus leucophylla ist in dieser Blattflora am häufigsten vertreten. Es kommen kleine bis mittelgroße Blätter vor, wobei letztere am häufigsten sind. Große Blätter fehlen ganz. Außerdem ist die Dreilappigkeit der Blätter nur schwach ausgeprägt. Neben Blättern wurde auch Rinde gefunden, die eindeutig Platanus zugewiesen werden kann.

Hamamelidaceae

Liquidambar europaea AL. BRAUN

Taf. 5, Fig. 3, Taf. 6, Fig. 1-6

1954 Liquidambar europaea - HANTKE, S. 63

1995 Liquidambar europea - WEBENAU, S. 134

Liquidambar europaea stellt die zweithäufigste Art in dieser Blattflora dar. Es kommen ausschließlich fünflappige Blätter vor. Neben der Normalform tritt auch die Sonderform forma protensa auf, bei der der Mittellappen mit zwei Seitenzipfeln versehen ist (Taf. 5, Fig. 1, 2, 6). Normalform und Sonderform kommen zusammen an ein und demselben Baum vor (auch eigene Beobachtung an einem rezenten Liquidambar-Bäumchen vor dem Klosterladen in Ursberg, Landkreis Günzburg, Bayern).

Lauraceae

Hier soll ein Wort zur nomenklatorischen Verwirrung bei den "Zimtblättern" gesagt werden. Die ersten Bestimmungen wurden als Cinnamomum BURM. und Cinnamomophyllum KR. & WLD. vorgenommen. Nach Funden Kutikularstruktur zeigender Fossilien wurde als Formgattung Daphnogene UNG., die auch andere rezente Gattungen mit beinhalten kann (Litsea, Lindera etc.), verwendet. Da hier reine Abdruckfloren vorliegen, werden die von HEER gewählten Taxa verwendet – unter der Voraussicht, dass es eben auch weitere Benennungen gibt.

Daphnogene bzw. Cinnamomum kommen in mindestens zwei Varianten vor, die z.T. als eigene Arten angesehen werden können – aber auch als Schatten- und Lichtblätter (sensu KNOBLOCH 1969).

Während Cinamomum scheuchzeri auch in jüngeren OSM-Floren nachgewiesen ist, tritt Cinnamomum polymorphum ausschließlich in älteren Floren auf. Inwieweit die "ältere" Art C. lanceolatum eigenständig ist oder unter C. polymorphum als Variante zu gelten hat, bleibt hier dahingestellt.

"Daphnogene" ist in der Blattflora häufig und vor allem mit großen, elliptischen Blättern vertreten. Neben diesen kommen auch weniger häufig lanzettliche Blätter vor (siehe vorige Art). KNOBLOCH hat in mehreren Publikationen (z.B. 1969) auf dieses Problem hingewiesen, wobei nicht auszuschließen ist, dass es nur eine "polymorphe" Art gibt.

WINTERSCHEID & KVACEK haben (2014: 14) das Problem systematisch auf andere Weise engeengt und unterscheiden 2 "formae" bei der *Daphnogene cinnamomifolia* (BRONGN. In CUV.) UNGER, die beide in den oligozänen Ablagerungen von Orsberg vorkommen.

Cinnamomum polymorphum (AL. BR.) HEER vel "Daphnogene polymorphum" (AL. BRAUN) ETTINGSHAUSEN vel Daphnogene cinnamomeum (ROSSMÄSSLER) KNOBLOCH

Taf. 2, Fig. 7

1856 Cinnamomum lanceolatum (UNG.) HEER, S. 86, Taf. XCIII, Fig. 6-11

1856 Cinnamomum polymorphum – HEER, S. 88, Taf. XCIII, Fig. 25-28, Taf. XCIV, Fig. 21-24

1954 Cinnamomum polymorphum - HANTKE, S. 66

1969 Cinnamomum cinnamomeum - KNOBLOCH, S. 46

1995 Daphnogene polymorphum - WEBENAU, S. 132

Lange und schmale, oft kleine Blätter, manchmal an Zweigen taxonomisch relevant zusammenhängend. Die Exemplare sind deutlich von denen der Fundstelle I verschieden.

Cinnamomum scheuchzeri HEER vel Daphnogene pannonica KVACEK & KNOBLOCH Taf. 5, Fig. 4-8,

1856 Cinnamomum scheuchzeri HEER, S. 85, Taf. XCI, Fig. 4-22, Taf. XCII

1969 Daphnogene pannonica - KNOBLOCH, S. 108

Die Art hat deutlich größere und mittig breitere, z.T. gerundete Blätter, die sich sicher von der vorigen unterscheiden.

Salicaceae

Salix lavateri AL. BRAUN

Taf. 2, Fig. 9, Taf. 4, Fig. 4, Taf. 5, Fig. 1 1954 Salix lavateri - HANTKE, S. 55 1995 Salix lavateri - WEBENAU, S. 124

Die Gattung Salix ist in dieser Blattflora gut vertreten. Die schmalen und lanzettlichen Blätter zeigen die Blattmorphologie wie bei Salix lavateri, jedoch ohne gezähntem Blattrand.

Populus balsamoides GOEPPERT

Taf. 1, Fig. 6, Taf. 5, Fig. 2 1954 *Populus balsamoides* - HANTKE, S. 54 1995 *Populus balsamoides* - WEBENAU, S. 122

Populus balsamoides ist weniger häufig vertreten als die folgende Art. Es kommen nur kleine Blätter vor. Sie sind eiförmig bis elliptisch, am Grunde zugerundet oder leicht keilförmig. Dreieckige Blattformen oder Blätter mit ausgezogener Blattspitze fehlen.

Populus mutabilis HEER

Taf. 2, Fig. 2
1954 Populus mutabilis - HANTKE, S. 52
1995 Populus mutabilis - WEBENAU, S. 123
1997 Populus mutabilis - BUTZMANN et al., S. 60

Ein einziges Blatt kann als *Populus mutabilis* bestimmt werden. Es handelt sich um ein lanzettliches Blatt mit abgerundeter Blattbasis, wobei der Blattrand stufig gezähnt ist.

Sapindaceae

Sapindus falcifolius AL. BRAUN

Taf. 1, Fig. 4 1954 Sapindus falcifolius - HANTKE, S. 75 1995 Sapindus falcifolius - WEBENAU, S. 136

Ein Blatt kann Sapindus falcifolius zugewiesen werden. Es zeigt eine lange, schmale Sichelform mit einer ungleichseitigen Basis. Autor GREGOR bezweifelt die Zugehörigkeit zu dieser Gattung. Sapindus ist in der Flora des Randecker Maares am häufigsten vertreten. Obwohl Sapindus-Blätter in fast allen Blattfloren vertreten sind, stellt diese Art stets ein seltenes Florenelement innerhalb der OSM dar.

3.2.2 Diasporen

Im Gegensatz zu Derndorf I kommen in Derndorf II keinerlei Diasporen vor.

4. Stratigraphisches Alter der Ablagerungen

4.1 Biostratigraphie

4.1.1 Fauna

Aus Aufarbeitungslagen konnten aus der Grube Derndorf einige fossile Säugerreste geborgen werden. Hierbei handelt es sich fast ausschließlich um Großsäuger. Zudem konnten zahlreiche Reste des Riesensalamanders *Andrias scheuchzeri* entdeckt werden. Die fossilführenden Lagen befinden sich etwa im gleichen Höhenniveau wie Derndorf II. Derndorf I ist dagegen durch eine Diskordanz von den säugerführenden Schichten getrennt.

SEEHUBER (2009) hat die fossilen Säugerreste aus Derndorf untersucht und stratigraphisch ausgewertet. Er stuft die Fundstelle in MN 6 ein. Aufgrund des weitgehenden Fehlens von Kleinsäugern ist jedoch seiner Ansicht nach eine genauere stratigraphische Zuordnung innerhalb MN 6 nicht möglich.

Faunenliste von Derndorf nach SEEHUBER (2009: 26, verändert)

Das Material wird unter Eingangsnummer NMA /2076 im Naturmuseum Augsburg aufbewahrt.

4.1.2 Flora

4.1.2.1 Derndorf I

Anzahl der Blätter: 175

Rang der Arten und Gattungen:

D1: Dominante Arten/Gattungen 1. Grades (größer 10%)

D2: Dominante Arten/Gattungen 2. Grades (größer 5%, kleiner 10%)

Gastropoda:	Bithynia sp. N	lammalia: Carnivora:
(Schnecken)	Cepaea silvana	(Raubtiere)
		Semigenetta sansaniensis
Pisces:	Esox sp.	Pseudarctos bavaricus bavaricus
(Fische)	Pisces indet.	Guloninae indet.
		cf. Hemicyoninae indet.
Amphibia:	Andrias scheuchzeri	
(Amphibien)		Perissodactyla:
		(Unpaarhufer)
Reptilia:	Testudinata:	Anchitherium aurelianense
(Reptilien)	(Schildkröten)	Rhinocerotidae indet.
	Trionyx sp.	
	Testudo sp.	Artiodactyla:
	Ptychogaster sp.	(Paarhufer)
	Chelydropsis sp.	Listriodon splendens
	Emydidae indet.	Conohyus simorrensis
		Parachleuastochoerus cf.
Mammalia:	Insectivora:	huenermanni
(Säugetiere)	(Insektenfresser)	Taucanamo cf. grandaevum
	Dinosorex cf. zapfei	cf. Micromeryx flourensianus
		Heteroprox larteti
	Rodentia:	Dicrocerus elegans
	(Nagetiere)	Palaeomeryx magnus
	Steneofiber depereti	Bovidae indet.
	Trogontherium minutum	
	Democricetodon sp.	
	Prolagus oeningensis	
	Lagopsis verus	
	Eurolagus sp.	

I: Intermediäre Arten (größer 1%, kleiner 5%)

B: Besonderheiten (kleiner 1%)

Nachgewiesene Artenzahl: 10

Nachgewiesene Gattungszahl : 8

Florentyp nach Arten: Gleditsia lyelliana - Daphnogene polymorpha - Salix lavateri/Flora

Florentyp nach Gattungen: Gleditsia - Daphnogene - Salix/Flora mit Populus

Tabelle 1: Blätter von Derndorf I

Gattung	Art	Anzahl	Art	Art	Gattung	Gattung
			in %	Rang	in %	Rang
Gleditsia	lyelliana	77	44,0	D1	44,0	D1
Cinnamomum	lanceolatum-polymorphum	49	24,0	D1	24,0	D1
Salix	lavateri	20	11,4	D1	11,4	D1
Populus	balsamoides	6	3,4	I	9,7	D2
Populus	mutabilis	6	3,4	I		
Populus	populina	5	2,9	I		
Ulmus	pyramidalis	5	2,9	I	2,9	I
Sapindus	falcifolius	3	1,7	I	1,7	I
Dicotylophyllum	sp. 1	1	0,6	В	0,6	В
Dicotylophyllum	sp. 2	3	1,7	I	1,7	I

Tabelle 2: Fruktifikationen von Derndorf I

Art	Anzahl
Gleditsia knorrii	42
Populus sp.	5
cf. Corylus sp.	4
Koelreuteria macroptera	1

4.1.2.2 Derndorf II

Anzahl der Blätter: 161

Rang der Arten und Gattungen:

D1: Dominante Arten/Gattungen 1. Grades (größer 10%)

D2: Dominante Arten/Gattungen 2. Grades (größer 5%, kleiner 10%)

I: Intermediäre Arten (größer 1%, kleiner 5%)

B: Besonderheiten (kleiner 1%)

Nachgewiesene Artenzahl : 7

Nachgewiesene Gattungszahl : 6

Florentyp nach Arten: Platanus leucophylla - Liquidambar europaea - Daphnogene polymorpha - Salix lavateri/Flora mit Populus balsamoides

Florentyp nach Gattungen: Platanus - Liquidambar - Daphnogene - Salix/Flora mit Populus
Fruktifikationen: Es liegen bisher keine Samen und Früchte vor. Vor allem von Liquidambar wären
beim Vorliegen der vielen Blätter dieser Art Funde von Fruktifikationen durchaus zu erwarten
gewesen. Vielleicht wurden sie aufgrund der energiearmen Transportbedingungen nicht in die
Blattlage verdriftet oder sie fallen zu verschiedenen Zeiten vom Baum

Tabelle 3: Blätter von Derndorf II

Gattung	Art	Anzahl	Art in %	Art Rang	Gattung in %	Gattung Rang
Platanus	leucophylla	44	27,3	D1	27,3	D1
Liquidambar	europaea	42	26,1	D1	26,1	Dl
Cinnamomum	polymorphum-scheuchzeri	39	24,2	D1	24,2	D1
Salix	lavateri	22	13,7	Dl	13,7	D1
Populus	balsamoides	12	7,5	D2	8,1	D2
Populus	mutabilis	1	0,6	В		
Sapindus	falcifolius	1	0,6	В	0,6	В

4.1.2.3 Altersbestimmung der beiden Floren

Die Pflanzenfundstellen Derndorf I und Derndorf II haben voneinander unabhängige Ablagerungsmilieus. Darauf weisen die unterschiedliche Erhaltung der Blätter, die unterschiedliche Ausbildung der Pflanzenschicht, sowie die Unterschiede im Artenspektrum und der Arthäufigkeit hin (Tab. 1, 2, 3). Die blätterführenden Mergel von Derndorf I liegen niveaumäßig etwas tiefer als die von Derndorf II und werden von Sanden diskordant überlagert (ca. 1,0-1,5 m Mächtigkeit). Somit liegt hier ein für die fluviatil geprägte OSM typischer kleiner Hiatus vor, der einen zeitlichen Versatz belegt. Unklar ist jedoch die Größenordnung dieses zeitlichen Versatzes. Während von Autor GREGOR aufgrund der unterschiedlichen Florenzusammensetzung von Derndorf I und II ein Hiatus von bis zu einer Million Jahre in Erwägung gezogen wird, handelt es sich nach Meinung von Autor SEEHUBER aufgrund der sedimentologischen Gegebenheiten um einen deutlich geringeren Hiatus von max. 100 000 Jahren (siehe Abb. 3).

Nach HANTKE (1984, S. 49) tritt *Liquidambar* erst in Floren der höheren OSM auf. Bei beiden Floren von Derndorf handelt es sich um klar unterschiedliche Floren, eine ältere mit *Daphnogene* und *Gleditsia*, vereinzelt mit fraglichem *Liquidambar* (*Dicotylophyllum* sp. 2), und eine jüngere mit eindeutig *Liquidambar* und *Daphnogene*, aber ohne *Gleditsia*.

Nach WEBENAU (1995: Tab. 13-15) weisen Floren mit *Gleditsia lyelliana* (Heggbach, Burtenbach, Gallenbach) keinen *Liquidambar* auf, *Liquidambar*-Floren (Derching, Unterwohlbach, Hilpoldsberg und Kohlbergtunnel) hingegen keine *Gleditsia* (Leguminosae nicht berücksichtigt).

In Derndorf kann nun erstmalig eine Gleditsia-dominierte OSM-Flora (Derndorf I), überlagert von einer Liquidambar-dominierten Flora (Derndorf II) nachgewiesen werden.

Somit werden die lithostratigraphischen Gegebenheiten (Diskordanz zwischen Derndorf I und II) und das damit verbundene stratigraphisch unterschiedliche Alter der beiden fossilführenden Mergel durch die unterschiedlichen Zusammensetzungen der beiden fossilen Blätterfloren bestätigt. Das mögliche Vorkommen von Liquidambar in Derndorf I lässt sich nur durch besondere ökologische Faktoren erklären. Auf einen Altersunterschied der beiden Floren deutet die unterschiedliche Formung der Daphnogene-Blätter hin. Während die ältere Flora (Derndorf I) mehr lanzettlichschmale Blätter aufweist (Cinnamomum lanceolata-Typ), dominieren in der jüngeren Flora (Derndorf II) breit-ovale Blätter der Art Cinnamomum scheuchzeri. Entweder ist das als evolutionäre Entwicklung der Blätter zu sehen, oder als andere Verteilung der Licht- und Schattenblätter sensu KNOBLOCH 1969).

Derndorf I kann ins Mittel- bis Ober-Badenium eingestuft werden (KZK 3b1 sensu WEBENAU 1998: 48), Derndorf II ins Ober-Badenium bis Unter-Sarmatium mit KZK 3b2/4. Gestützt wird dies

durch das Vorkommen von Koelreuteria macroptera im tieferen Teil, sowie der verschieden geformten Daphnogene-Blätter bei beiden Floren (vgl. S. 39).

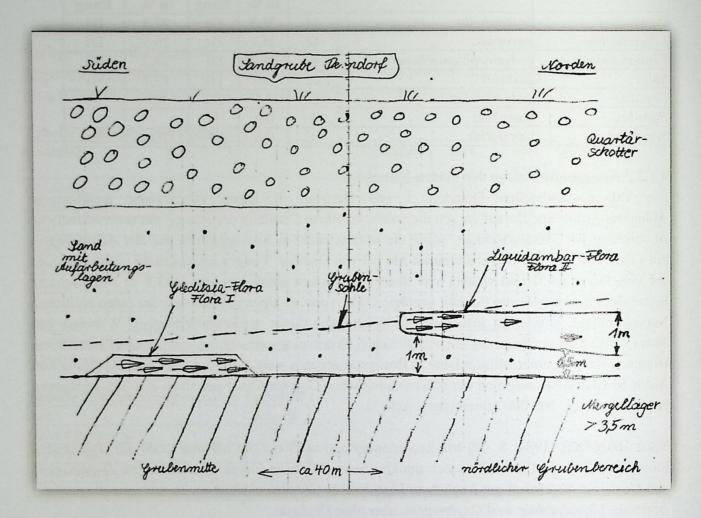


Abb. 3: Profilzeichnung im Gelände von Autor RIEDERLE mit Angaben zu der Lage der Floren und der Fauna in der Grube

SEEHUBER (2009, S. 239, S. 245) führt von der ersten Pflanzenfundstelle (Derndorf I) eine Florenliste an. Da in dieser jedoch *Liquidambar* fehlt, stuft er die Flora folgerichtig älter ein als die Fauna und setzt sie altersmäßig etwa mit der Flora von Kirrberg gleich.

4.5 Floristische Gegebenheiten

Wenn man die Florenlisten und die Dominanzen betrachtet, lassen sich folgende Schlüsse daraus ziehen (vgl. Tab. 4): Die Werte der insgesamt artenarmen Floren variieren nur gering. Dies lässt auf eine langsame, zeitlich gestaffelte Änderung der Biotopbedingungen schließen, wie dies bei riesigen Flusssystemen auch heute noch beobachtet werden kann (GREGOR & KNOBLOCH 2003).

Natürlich haben die anderen Fundorte jeweils viel mehr Taxa aufzuweisen, die aber in Derndorf fehlen und daher nicht in die Überlegungen zum Alter einbezogen werden können.

Das ehemalige, dem heutigen Mississippi ähnliche System (in der Molasse "Molassissippi" genannt), hat sich durch Erosion und Akkumulation verändert und neue zu besiedelnde Bereiche gebildet, was auch kleinräumig passieren kann.

Tabelle 4: Vorkommen von Taxa in den verschiedenen Molassefloren, wobei nur die in Derndorf vorkommenden Taxa berücksichtigt sind. (¹ entspricht Dicotylophyllum sp.2)

Taxon	Dern- dorf I	Dern- dorf II	Kirr- berg	Entri- schen-	Urs- berg	Burten- bach	Breiten- brunn	Hil- polds-
	GOILI	4011 11	berg	brunn	berg	Dacii	brain	berg
Gleditsia lyelliana	+	-	+	+	+	+	+	-
Cinnamomum lanceo- latum-polymorphum	+	+	+	+	+	+	-	-
Cinnamomum polymor- phum-scheuchzeri	_	+	-	-			-	-
Salix lavateri	+	+	-		+	+	+	+
Populus balsamoides	+	+	+	- 1	+	+	+	+
Populus populina	+	+	-	+	- 114	+	-	
Populus mutabilis	+	+	-	+	-		+	-
Ulmus pyramidalis	+	Sont-make	+	+	+	+	+	+
Liquidambar europaea	(+)1	+	-	-	-		+	+
Sapindus falcifolius	+	+	+	-	+	+	+	+
Platanus leucophylla	-	+	100	+		-	+	+
Gesamtzahl	9	9	5	5	6	7	6	4
Übereinstitamung Mit Deradorf I		6	5	4	6	7	7	5
Übereinstiramung mit Derndorf H	7		3	4	4	5	5	4

Ausgehend von der stratigraphischen Methode, mit Blatträndern und –morphologie eine Abfolge zu eruieren, sei hier versucht, dies für die Floren von Derndorf durchzuführen. Den Verteilungsschlüssel mit den "oiden Typen sensu GREGOR" kann man auch auf die neuen Floren anwenden (vgl. Erklärung bei GREGOR 1982b). Derndorf I gehört mit *Koelreuteria* zur abghlmp-Flora (KZK-3b1), Derndorf II zur verarmten aglp-Flora (KZK-3b2).

Bei dieser Methode lässt sich Derndorf I mit Kirrberg und Burtenbach korrelieren, Derndorf II mit Unterwohlbach und Hilpoldsberg. Aspach, Derching und Gallenbach stehen nahebei zwischen I und II. Über die zeitlichen Abstände der Floren zueinander lässt sich im Moment kaum diskutieren.

Weitere Untersuchungen mit mehr Floren und detailierten Taxa sollen später erfolgen (GREGOR 2014, in diesem Band, Teil 2).

Abschließend können die Floren von Derndorf im Hinblick auf Säugerfaunen und Neogenstufen folgendermassen charakterisiert werden:

Derndorf I: unter der Derndorfer Fauna, MN 6, OSM 3b1, oberes Badenium

Derndorf II: parallel der Derndorfer Fauna, (vermutlich obere) MN 6, noch nicht MN 7/8; OSM-3b2, oberes Badenium-unteres Sarmatium.

5. Ökologie und Klimarekonstruktion

Die Unterschiede in der Zusammensetzung der beiden Floren haben ökologische und stratigraphische Gründe (Standortunterschiede). Der Altersunterschied zwischen beiden Floren dürfte zwar relativ gering sein (100 000 bis 1 000 000 Jahre, vgl. Kap. 4.1.2.3), ist aber eindeutig belegt. Bei beiden Floren handelt es sich um Floren von Auwäldern eines Altwasserarmes, bei der Flora Derndorf I um eine Weichholzaue eines "braided-river-systems", bei der Flora Derndorf II um eine Hartholzaue eines bereits z.T. meandrierenden Systems (GREGOR & KNOBLOCH 2003). Vertreter einer Sumpfwaldfazies oder einer Riedfazies fehlen. Bei Derndorf I kann man einen

typischen Weichholz-Auwald rekonstruieren, mit *Gleditsia* als dominante Form (gekoppelt Blätter mit den Hülsen), wie er ähnlich auch in Burtenbach vorkommt. Auch die übrigen Belege passen ins Bild einer mittelmiozänen Aue mit *Koelreuteria* (dem einzigen mesophytischen Hinweis, also Hangwald). Die Pappeln und Weiden sind wie heute auch noch zur Weichholzaue gehörig (längere Überflutungen), Ulme und Seifenbaum eher zur Hartholzaue (kürzere Überflutungen).

In der Flora von Derndorf II zeigen die *Cinnamomum*-Blätter einen Wechsel (eher breit-ovale), gekoppelt mit dem Vorkommen von Platane und Amberbaum (Hartholz-Auwald), aber noch vergesellschaftet mit der Weichholzaue (Pappel, Weide).

Der Grund für diesen Wechsel sind sicher Kippungen des Molasse-Troges, Verlagerung von Flusssystemen, Erniedrigung des Fließwinkels (braided-river zu meandering als Ausdruck der Fließ-Energie) und damit Auwald-Wechsel von Weich- zu Hartholzaue. Alle genannte Systeme gibt es heute im Südosten der USA sowie in China (GREGOR 1980, 1989).

Zusätzlich soll noch erwähnt werden: Derndorf II zeigt besonders große Ähnlichkeiten mit der Flora von Aspach-Reiterhof und der Flora von Helsighausen.

SEEHUBER (2009: 239) erwähnt von Aspach-Reiterhof eine Flora mit *Platanus*, *Liquidambar*, *Daphnogene*, *Gleditsia*, *Salix* und drei *Populus*-Arten. Die Flora findet sich über Sandschichten mit einer Fauna, die gleich alt sein dürfte wie die Fauna von Derndorf.

BOLLIGER (1994, S. 70) hat von Helsighausen (MN 7) eine Flora mit Liquidambar, Platanus, Daphnogene, Salix und drei verschiedenen Populus-Arten beschrieben, also vergleichbar mit Derndorf II bzw. sogar etwas jünger.

Wenn über die Rekonstruktion des Klimas im Jungtertiär von Derndorf diskutiert wird, kann man keinen großen Wechsel feststellen. Schon seit langem ist klar, dass in der Molasse ein Virginia-(Cfa-)Klima sensu KÖPPEN geherrscht hat (GREGOR 1980, 1982c, 1989, HANTKE 1984), welches sich in solch kleinen Zeiträumen kaum verändert hat. Wir könnenn von einer Jahresmitteltemperatur von ca. 16-15°C ausgehen sowie einem jährlichen Niederschlag von 1500 – 2000 mm. Fröste waren sicher sehr selten und die Wintermonate hatten kaum Temperaturen unter 10°C. Dieses Klima, der Cfa-Typ sensu KÖPPEN, gibt es heute noch in Florida-Virginia-Lousiana usw., sowie in China – gekennzeichnet mit den entsprechenden Auwäldern. Bei uns heute herrscht ein Cfb-Klima sensu KÖPPEN mit entsprechenden Wintertemperaturen, die im Vergleich aber unter 10°C liegen.

6. Ergebnisse

- Von Derndorf liegen zwei unterschiedliche Floren aus der Oberen Süßwassermolasse (OSM) vor.
- Die Pflanzenfundstellen Derndorf I und Derndorf II sind unterschiedlich voneinander entstanden.
- Die Unterschiede in der Zusammensetzung der beiden Floren haben ökologische Gründe (Standortunterschiede), bedingt durch den Typus von Flusssystem (Braided-river, meandering-river), aber auch stratigrafische (Leitformen).
- Bei Derndorf I handelt es sich um eine Gleditsia-Daphnogene-Salix-Flora mit Populus, bei Derndorf II um eine Platanus-Liquidambar-Daphnogene-Salix-Flora mit Populus.
- Koelreuteria macroptera ist in Europa nur von ganz wenigen Fundstellen bekannt. Aus Derndorf ist nun diese seltene Art nachgewiesen es handelt sich um ein "altes" Florenelement im Sinne der älteren Molasseablagerungen.

- Bei beiden Floren handelt es sich um Floren von Auwäldern eines Altwasserarmes.
- Das Alter der beiden Floren reicht vom mittleren bis oberen Badenium bis zum unteren Sarmatium, ist aber nicht sicher im Abstands-Zeitraum einschätzbar.
- Die Flora Derndorf II ist geologisch mit der Fauna von Derndorf im Profil zu korrelieren (oberes MN6, OSM-3b2), Derndorf I liegt etwas unterhalb und ist somit stratigraphisch älter (tieferes MN6, OSM-3b1).
- Die Floren können nach WEBENAU in die Blatt-Subzonen PZK 3b1 und 3b2 eingestuft werden.
- Aufgrund der Säuger kann die Fauna von Derndorf biostratigraphisch in die (vermutlich höhere) MN 6 eingestuft werden.
- Das Klima beider Floren kann als Virginia- oder Cfa-Klima sensu KÖPPEN angesprochen werden, vielleicht mit wenigen kleinen Unterschieden.
- Eine systematisch-taxonomische Revision der laurophyllen "Zimt"-Blätter wäre notwendig, um Leitformen zu eruieren.

Literaturverzeichnis

- BOLLIGER, T. (1994): Geologie und Paläontologie der Glimmersandgrube Helsighausen (Kt. Thurgau).- Mitt. thurg. naturf. Ges., 52: 63-79, 4 Tab., 9 Abb., Frauenfeld
- BUTZMANN, R. & FISCHER, T.C. (1997): Description of the fossil fruit Paulownia inopinata nov. spec. from the Middle Miocene of Unterwohlbach (Bavaria) and other possible occurrences of the genus in the Tertiary.- Documenta naturae, 115: 1-13,1 Tab., 2 pls., München 1997
- FÜRSICH, F.T. & MAYR, H. (1981): Non-marine *Rhizocorallium* (trace fossil) from the Upper Freshwater Molasse (Upper Miocene) of southern Germany. N.Jb.Geol.Paläont., Mh.1981, 6: 321-333, 8 Fig., Stuttgart
- GREGOR, H.-J. (1980): Ein neues Klima- und Vegetationsmodell für das untere Sarmat (Mittelmiozän) Mitteleuropas unter spezieller Berücksichtigung floristischer Gegebenheiten. Verh. geol. B.-A., 1979 (3): 337–353, 4 Tab., 1 Kt.; Wien
- GREGOR, H.-J. (1982): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. Paläokarpologie, Phytostratigraphie, Paläoökologie, Paläoklimatologie.- 278 S., 34 Abb., 9 Tab., 16 Taf., 7 S. mit Profilen und Plänen, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart (1982a)
- 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. (Jg. 1982), 2: 5-19, 3 Tab.; Wien (1982b)
- GREGOR, H.-J. (1982): Rekonstruktionen von Pflanzengesellschaften rezente und tertiäre Modelle.- Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **56**: 87-100, 1 Abb.; Frankfurt a.M. (1982c)
- GREGOR, H.-J. (1984): Die jungtertiäre Florenabfolge der westlichen Vorlandmolasse (Günzburg-Biberach a.d. Riß) und die paläofloristische Bestätigung der DEHM'schen Serien.- Günzburger Hefte, 2 (Molasseforschung 84): 79-91, 1 Abb., 5 Tab., Anh.; Günzburg
- GREGOR, H.-J. (1986): Zur Flora des Randecker Maares (Miozän, Baden-Württemberg).- Stuttg. Beitr. Naturk., B, 122, 17 S., 6 Taf.; Stuttgart
- GREGOR, H.-J. (1989): Versuch eines neuen Klima-Modells für die Zeit der Oberen Meeres- und Süßwasser-Molasse in Bayern.- Documenta naturae, 46: 34-47, 2 Tab., 19 Abb.; München

- GREGOR, H.-J. (2012): Flugbilder zur Zeit der jungtertiären Molasse in Süddeutschland ein Versuch zur imaginären Darstellung von fossilen Zeiteinheiten.- Documenta naturae, 187: 15-22, 11 Abb., 1 Overlay, München
- GREGOR, H.-J. & HANTKE, R. (1980): Revision der fossilen Leguminosengattung *Podogonium* HEER (= *Gleditsia* LINNÉ) im europäischen Jungtertiär.- Feddes Repert., **91**, 3: 151-182, Taf. 8-12, 7 Tab., 12. Abb.; Berlin
- GREGOR, H.-J., HOTTENROTT, M., KNOBLOCH, E. & PLANDEROVA, E. (1989): Neue mega- und mikrofloristische Untersuchungen in der jungtertiären Molasse Bayerns.- Geologica Bavarica, 94: 281-369, 10 Abb., 5 Tab., 9 Taf.; München
- GREGOR, H.-J. & KNOBLOCH, E. (2003): Auwälder der Oberen Süßwassermolasse in Süddeutschland und ihre systematische Unterteilung (Kurzmitteilungen I): Documenta naturae, 149: 11-13, München
- HANTKE, R. (1954): Die fossile Flora der obermiozänen Fundstelle Schrotzburg. Denksch. d. schweiz. naturf. Gesell., 80: 31-118, 2 Abb., 2 Tab., 4 Diagr., 1 Kt., 1 Prof., 16 Taf., Zürich
- HANTKE, R. (1965): Die fossilen Eichen und Ahorne aus der Molasse der Schweiz und von Oehniungen (Süd-Baden). Neujahrsblatt Naturforsch, Ges. Zürich, Jg.1965,108 S., 17 Taf., 7 Tab., Zürich
- HANTKE, R. (1966): Die fossilen Liquidambar-Reste (Amberbaum) aus der Molasse der Schweiz und von Oehningen (Südbaden). Eclogae geol. Helv., 59, 2: 981-988, Basel
- HANTKE, R. (1984): Floreninhalt, biostratigraphische Gliederung und Faläcklima der mittelmiozänen Oberen Süßwassermolasse (OSM) der Schweiz und ihrer nördlichen Nachbargebiete.- August-Wetzler-Gedenkband Molasseforschung '84: 47-53, Günzburg
- HANTKE, R., OBERLI, U. & GREGOR, H.-J. (2005): Die mittelmiozäne Megaflora von Risi/Wattwil (Kanton St. Gallen, Schweiz) Geologie, (Klima-)Stratigraphie und Paläoökologie.- Documenta naturae, 155, Teil 3: 1-35, 6 Abb., 1 Tab., 5 Taf., München
- HERENDEEN, P.S. (1992): *Podocarpium podocarpum* comb. nov., the correct name for *Podogonium knorrii* HEER, nom.illeg. (fossil Fabaceae).- Taxon, 41: 731-736
- KNOBLOCH, E. (1969): Tertiäre Floren von Mähren. 201 S., 309 Abb., 78 Taf., Verlag Moravske Museum Brno u. Musejni Spolek; Brno
- QI WANG, MANCHESTER, S.R., GREGOR, H.-J., SI SHEN & ZHEN-YU LI (2013): Fruits of *Koelreuteria* (Sapindaceae) from the Cenozoic throughout the Northern Hemisphere: Their ecological, evolutionary, and biogeographic Implications.- American Journal of Botany, 100(2): 422–449, 48 figs., 3 tabs., 1 append., St. Louis
- RIEDERLE, R. & GREGOR, H.-J. (1997): Die Tongrube Kirrberg bei Balzhausen eine neue Fundstelle aus der Oberen Süßwassermolasse Bayerisch-Schwabens Flora, Fauna, Stratigraphie.- Documenta naturae, 110: 1-53, 2 Abb., 7 Tab., 13 Taf., München
- RIEDERLE, R. (1997): Die Sandgrube Ursberg bei Thannhausen Stratigraphie einer neuen miozänen Fundstelle aus der Molasse Bayerisch-Schwabens.- Documenta naturae, 110: 103-118, 3 Abb., 6 Tab., München
- RÜFFLE, L. (1963): Die obermiozäne (sarmatische) Flora vom Randecker Maar.- Paläont. Abh., I, 3: 139-298, 34 Taf., 45 Abb., Berlin
- SCHMITT, H. & BUTZMANN, R. (1997): Entrischenbrunn Statistische Untersuchungen an einer neuen Florenfundstelle aus der Oberen Süßwassermolasse im Landkreis Pfaffenhofen a.d.Ilm.-Documenta naturae, 110: 55-87, 2 Abb., 11 Tab., 4 Taf., München

- SEEHUBER, U. (2009): Litho- und biostratigraphische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse in der Umgebung von Kirchheim in Schwaben.- Documenta naturae, 175: 1-355, 48 Abb., 6 Tab., 24 Taf., Append., München
- WALTHER, H. (1972): Studien über tertiäre Acer Mitteleuropas. Abh. Staatl. Mus. Mineral Geol., 19: 1-309, 26 Abb., 486 Fig., 64 Taf., Dresden
- WEBENAU, B. v. (1995): Die jungtertiären Blattfloren der westlichen Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands.- Documenta naturae 98: 1-147, 15 Abb., 16 Tab., 49 Taf., München
- WINTERSCHEID; H. & KVACEK, Z. (2014): Revision der Flora aus den oberoligozänen Seeablagerungen von Orsberg bei Unkel am Rhein (Rheinland-Pfalz, Deutschland).-Palaeontographica, B, 291, 1-6: 1-83, 12 Taf., 3 Tab., Stuttgart

Das gesamte Material liegt im Naturmuseum Augsburg (NMA) unter den angegebenen Eingangs- und Inventarnummern:

Flora von Derndorf I: Eingangs-Nr. NMA /1976

Flora von Derndorf II: Eingangs-Nr. NMA /2173

Inv.-Nummern siehe bei Einzelbelegen

Tafel 1

Fig. 1-3,5,7-9: Blätter von Derndorf I, Sandgrube zwischen Derndorf und Tiefenried ca. 1,3 km nordöstlich der Kirche von Derndorf unmittelbar nördlich einer ehemaligen Mülldeponie.

OSM-Sande mit Mergellagen; PZK 3b1, KZK-3b1; Derndorf I: unter der Derndorfer Fauna, MN 6, OSM 3b1, oberes Badenium; Derndorf I: unter der Derndorfer Fauna, MN 6, OSM-3b1, oberes Badenium

Fig. 4, 6: Blätter von Derndorf II, Sandgrube zwischen Derndorf und Tiefenried ca. 1,3 km nordöstlich der Kirche von Derndorf unmittelbar nördlich einer ehemaligen Mülldeponie.

OSM-Sande mit Mergellagen; PZK 3b2, KZK-3b2; Derndorf II: parallel der Derndorfer Fauna, (vermutlich obere) MN 6 (noch nicht MN 7/8); OSM-3b2, oberes Badenium-unteres Sarmatium.

- Fig. 1: Populus populina, NMA Inv.Nr. 2014-1365/1976
- Fig. 2: Populus mutabilis f. crenata, NMA Inv.Nr. 2014-1364/1976
- Fig. 3: Sapindus falcifolius, NMA Inv.Nr. 2014-1379/1976
- Fig. 4: Sapindus falcifolius, ? NMA Inv.Nr. 2014-1399/2173
- Fig. 5: Gleditsia lyelliana, NMA Inv.Nr. 2014-1370/1976
- Fig. 6: Populus balsamoides, NMA Inv.Nr. 2014-1402/2173
- Fig. 7: Populus balsamoides, NMA Inv.Nr. 2014-1367/1976
- Fig. 8: Populus balsamoides, NMA Inv.Nr. 2014-1366/1976
- Fig. 9: cf. Corylus sp. Nuss-Steinkern, NMA Inv.Nr. 2014-1381/1976

3 Tafel 1 7 ∞ 2 4 Н

Fig. 1, 3-6: Blätter von Derndorf I, Sandgrube zwischen Derndorf und Tiefenried ca. 1,3 km nordöstlich der Kirche von Derndorf unmittelbar nördlich einer ehemaligen Mülldeponie.

OSM-Sande mit Mergellagen; PZK 3b1, KZK-3b1; Derndorf I: unter der Derndorfer Fauna, MN 6, OSM 3b1, oberes Badenium; Derndorf I: unter der Derndorfer Fauna, MN 6, OSM-3b1, oberes Badenium

Fig. 2, 7-9: Blätter von Derndorf II, Sandgrube zwischen Derndorf und Tiefenried ca. 1,3 km nordöstlich der Kirche von Derndorf unmittelbar nördlich einer ehemaligen Mülldeponie.

OSM-Sande mit Mergellagen; PZK 3b2, KZK-3b2; Derndorf II: parallel der Derndorfer Fauna, (vermutlich obere) MN 6 (noch nicht MN 7/8); OSM-3b2, oberes Badenium-unteres Sarmatium.

Fig. 1: Koelreuteria macroptera, NMA Inv.Nr. 2014-1368/1976

Fig. 2: Populus mutabilis, NMA Inv.Nr. 2014-1400/2173

Fig. 3: Gleditsia lyelliana, NMA Inv.Nr. 2014-1371/1976

Fig. 4: Gleditsia knorrii, NMA Inv.Nr. 2014-1373/1976

Fig. 5: Gleditsia knorrii, NMA Inv.Nr. 2014-1372/1976

Fig. 6: Gleditsia knorrii, NMA Inv.Nr. 2014-1375/1976

Fig. 7: Cinnamomum polymorphum, NMA Inv.Nr. 2014-1397/2173

Fig. 8: Platanus leucophylla, NMA Inv.Nr. 2014-1407/2173

Fig. 9: Salix lavateri, NMA Inv.Nr. 2014-1401/2173

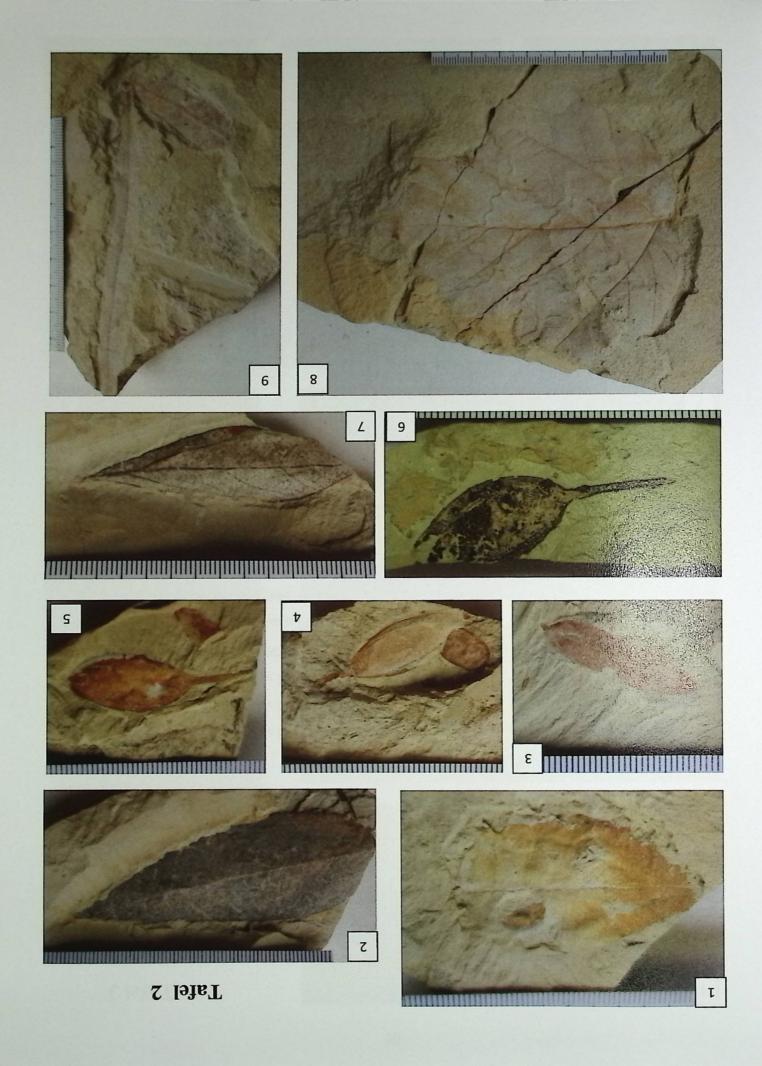
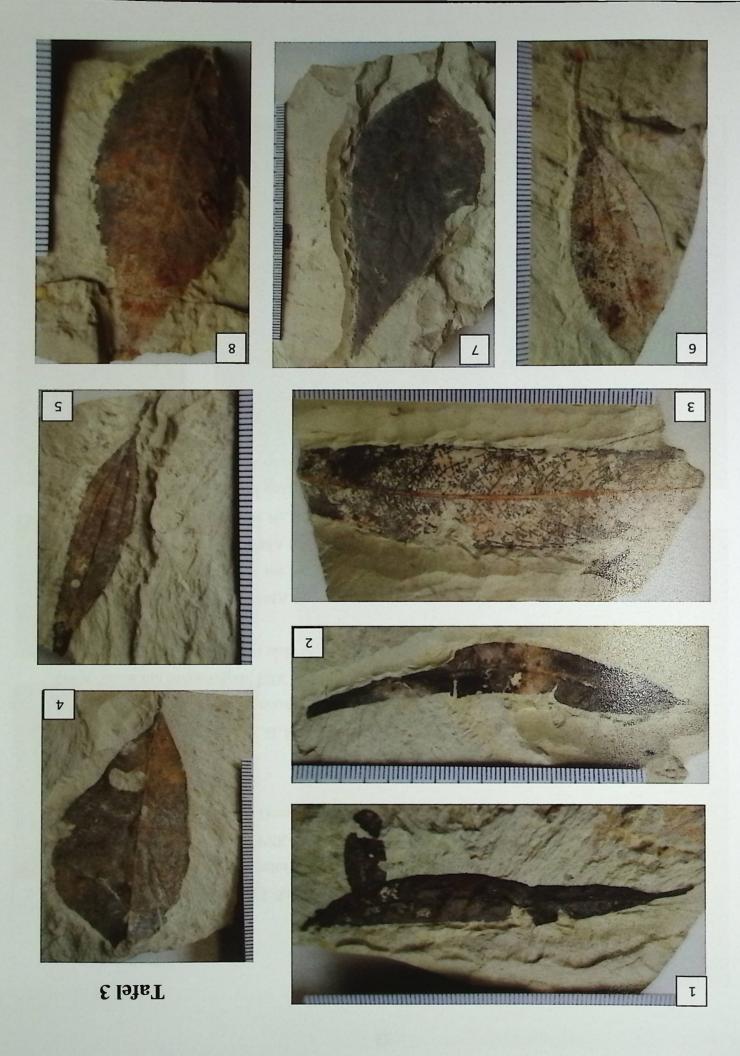


Fig. 1-8: Blätter von Derndorf I, Sandgrube zwischen Derndorf und Tiefenried ca. 1,3 km nordöstlich der Kirche von Derndorf unmittelbar nördlich einer ehemaligen Mülldeponie.

OSM-Sande mit Mergellagen; PZK 3b1, KZK-3b1; Derndorf I: unter der Derndorfer Fauna, MN 6, OSM 3b1, oberes Badenium; Derndorf I: unter der Derndorfer Fauna, MN 6, OSM-3b1, oberes Badenium

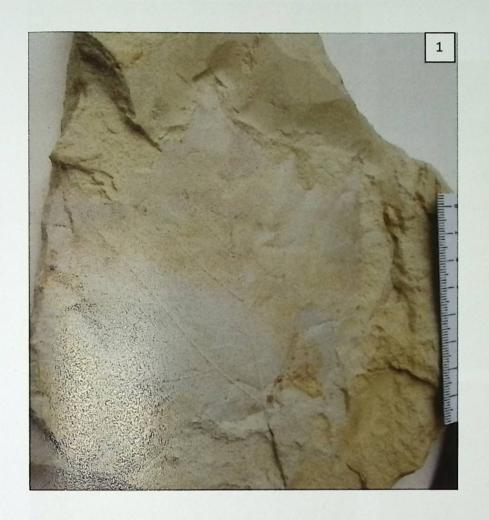
- Fig. 1: Salix lavateri, NMA Inv.Nr. 2014-1384/1976
- Fig. 2: Salix lavateri, NMA Inv.Nr. 2014-1385/1976
- Fig. 3: Salix lavateri, NMA Inv.Nr. 2014-1383/1976
- Fig. 4: Dicotylophyllum sp. 1, NMA Inv.Nr. 2014-1369/1976
- Fig. 5: Cinnamomum lanceolatum, NMA Inv.Nr. 2014-1376/1976
- Fig. 6: Cinnamomum lanceolatum, NMA Inv.Nr. 2014-1377/1976
- Fig. 7: Populus mutabilis, NMA Inv.Nr. 2014-1380/1976
- Fig. 8: Ulmus pyramidalis, NMA Inv.Nr. 2014-1378/1976



- Fig. 2, 3: Blätter von Derndorf I, Sandgrube zwischen Derndorf und Tiefenried ca. 1,3 km nordöstlich der Kirche von Derndorf unmittelbar nördlich einer ehemaligen Mülldeponie.

 OSM-Sande mit Mergellagen; PZK 3b1, KZK-3b1; Derndorf I: unter der Derndorfer Fauna, MN 6, OSM 3b1, oberes Badenium; Derndorf I: unter der Derndorfer Fauna, MN 6, OSM-3b1, oberes Badenium
- Fig. 1, 4: Blätter von Derndorf II, Sandgrube zwischen Derndorf und Tiefenried ca. 1,3 km nordöstlich der Kirche von Derndorf unmittelbar nördlich einer ehemaligen Mülldeponie.

 OSM-Sande mit Mergellagen; PZK 3b2, KZK-3b2; Derndorf II: parallel der Derndorfer Fauna, (vermutlich obere) MN 6 (noch nicht MN 7/8); OSM-3b2, oberes Badenium-unteres Sarmatium.
- Fig. 1: Platanus leucophylla, NMA Inv.Nr. 2014-1406/2173
- Fig. 2: Gleditsia knorrii, NMA Inv.Nr. 2014-1374/1976
- Fig. 3: Populus sp. -Kapsel, NMA Inv.Nr. 2014-1382/1976
- Fig. 4: Salix lavateri, NMA Inv.Nr. 2014-1398/2173
- Fig. 5: Ansicht der gefluteten Sandgrube STEIGER in Derndorf; links unter Abraum Flora Derndorf I und rechts an der Basis der Steilwand verschüttet die Flora Derndorf II; in der Mitte die Fauna in einer Linse



Tafel 4





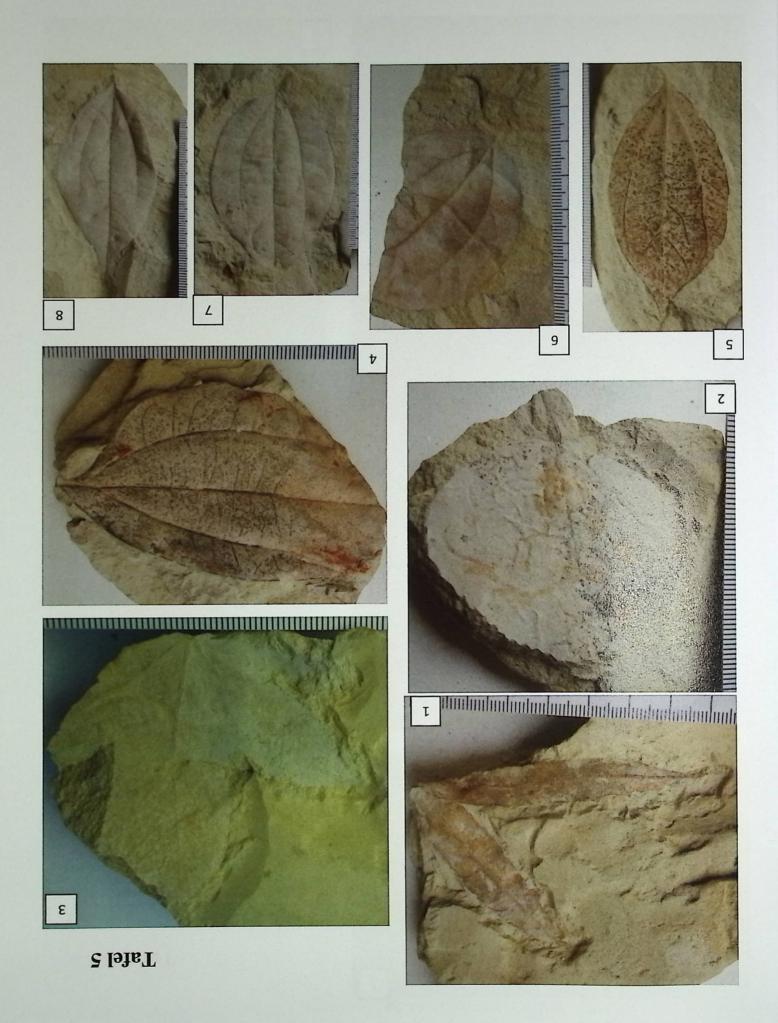




Blätter von Derndorf II, Sandgrube zwischen Derndorf und Tiefenried ca. 1,3 km nordöstlich der Kirche von Derndorf unmittelbar nördlich einer ehemaligen Mülldeponie.

OSM-Sande mit Mergellagen; PZK 3b2, KZK-3b2; Derndorf II: parallel der Derndorfer Fauna, (vermutlich obere) MN 6 (noch nicht MN 7/8); OSM-3b2, oberes Badenium-unteres Sarmatium.

- Fig. 1: Salix lavateri, NMA Inv.Nr. 2014-1404/2173
- Fig. 2: Populus balsmoides, NMA Inv.Nr. 2014-1403/2173
- Fig. 3: Liquidambar europaea, NMA Inv.Nr. 2014-1405/2173
- Fig. 4: Cinnamomum scheuchzeri, NMA Inv.Nr. 2014-1392/2173
- Fig. 5: Cinnamomum scheuchzeri, NMA Inv.Nr. 2014-1393/2173
- Fig. 6: Cinnamomum scheuchzeri, NMA Inv.Nr. 2014-1394/2173
- Fig. 7: Cinnamomum scheuchzeri, NMA Inv.Nr. 2014-1395/2173
- Fig. 8: Cinnamomum scheuchzeri, NMA Inv.Nr. 2014-1396/2173



Blätter von Derndorf II, Sandgrube zwischen Derndorf und Tiefenried ca. 1,3 km nordöstlich der Kirche von Derndorf unmittelbar nördlich einer ehemaligen Mülldeponie.

OSM-Sande mit Mergellagen; PZK 3b2, KZK-3b2; Derndorf II: parallel der Derndorfer Fauna, (vermutlich obere) MN 6 (noch nicht MN 7/8); OSM-3b2, oberes Badenium-unteres Sarmatium.

- Fig. 1: Liquidambar europaea f. protensa, NMA Inv.Nr. 2014-1386/2173
- Fig. 2: Liquidambar europaea f. protensa, NMA Inv.Nr. 2014-1387/2173
- Fig. 3: Liquidambar europaea, NMA Inv.Nr. 2014-1388/2173
- Fig. 4: Liquidambar europaea, NMA Inv.Nr. 2014-1389/2173
- Fig. 5: Liquidambar europaea, NMA Inv.Nr. 2014-1390/2173
- Fig. 6: Liquidambar europaea f. protensa, NMA Inv.Nr. 2014-1391/2173

