documenta naturae Nr. 196 Teil 5

München 2016

Neues aus der Oberen Süßwasser-Molasse

Die Kiesgrube BAUR in Rehrosbach -

Geologie und Fossilinhalt

In Memoriam

Dr. Michael Achtelig – Naturmuseum Augsburg

10.02.1938 - 22.05.2009

Documenta naturae

Nr. 196 Teil 5 2016

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 2013 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: Rehrosbach Grube BAUR, mit fossilem Libellenflügel und Blatt

www. documenta-naturae.de
München 2016

Inhalt	Seite
H.-J. GREGOR & A. MURR: Die miozäne Blattflora von Rehrosbach bei Eurasburg (Augsburg) in der westlichen Oberen Süßwasser-Molasse	1-37
R. JÄCKEL: Ein fossiler Libellenflügel (Odonata, *Macromia*) von der Fundstelle Rehrosbach/Eurasburg (Krs. Augsburg)	41-53

Documenta naturae	196	Teil 5	S. 1-39	4 Abb.	7 Tab.	8 Taf.	3 App.	München	2016

Die miozäne Blatt- und Fruchtflora von Rehrosbach bei Eurasburg (Augsburg) in der westlichen Oberen Süßwasser-Molasse

H.-J. GREGOR & A. MURR

Adresse der Autoren:
Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, D-82140 Olching, e-mail: H.-J.Gregor@t-online.de
Dr. Andreas Murr, ENSA W. Schroll+Partner GmbH, Freischützstraße 92, 81927 München, e-mail: mail@ensagmbh.de
Die Autoren sind Mitglieder der Paläobotanisch-Biostratigraphischen Arbeitsgruppe im Heimatmuseum Günzburg und im Naturmuseum Augsburg (NMA).

Zusammenfassung

In der Kiesgrube Hans BAUR GmbH in Rehrosbach W Eurasburg (Krs.Augsburg) wurde vor 3 Jahren eine Mergelschicht angefahren, die fossile Blätter lieferte. Eine anschließende Untersuchung durch das LfU München, das Naturmuseum Augsburg, den Autoren und privaten Sammlern ergab eine neue Blattflora aus Mergeln der Mittleren (Jüngeren?) Serie. Die Flora ist vergleichbar mit ähnlichen aus dem Bereich Augsburg, vor allem mit denen von Derching, Gallenbach, Pfaffenzell, Hilpoldsberg oder Oberbernbach

Neu in der Komposition der Flora ist das Vorkommen einer Eichenart – *Quercus pseudocastanea* ex gr. *Qu. kubinyi*) – die als stratigraphisch jung anzusehen ist, gestützt durch *Liquidambar*-Funde. Andrerseits kommen noch Lauraceen vor, also etwas ältere Elemente und so haben wir eine interessante Mischflora in der Phytozone OSM-3b2 im Übergang zu OSM-4, also Oberes Sarmat bzw. Obermiozän der herkömmlichen Gliederung (11-12 Mio. J.).

Die Auwaldflora ist durch Dominanz von *Liquidambar* (Amberbaum), *Platanus* (Platane), *Populus* (Pappel), *Salix* (Weide) und *Zelkova* (Wasserulme) gekennzeichnet. Die immergrünen Pflanzen sind selten vertreten mit *Laurophyllum* (Lorbeer) - *Cinnamomum* (*Daphnogene)* fehlt aber bereits vollständig.

Schlüsselworte: Obere Süßwassermolasse, Blattflora, Auwald, Sarmat, Phytozone OSM-3b2, Platane-Liqidambar-Dominanz

Summary

The gravel pit Hans BAUR GmbH in Rehrosbach, west of Eurasburg (Augsburg) yielded a marly lense of sediment, which showed fossil leaf imprints. The survey was undertaken by the LfU Munich, the Naturemuseum Augsburg, authors GREGOR and MURR and some private collectors. The leaf flora was badly preserved, looking black by manganese- and red be ironoxide- influx on the leaves, hindering a really good determination. Principially the flora is similar to other comparable ones around Augsburg like especially Derching, Gallenbach, Pfaffenzell, Hilpoldsberg or Oberbernbach, but showes special types.

New occurrences affect *Quercus pseudocastanea*, completed by *Liquidambar europaea*. On the other hand *Laurophyllum* leaves seem to be older elements. These findings allow to reconstruct a mixed up flora from phytozone OSM-3b2 in transition to OSM-4 (Upper Sarmatian, Upper Miocene).

The Aueflora is dominated by Ambertree, Plane, Poplar, Willow and Waterelm. Evergreen species are rare like *Laurophyllum* - but *Cinnamomum* is yet missing totally.

Key words: Upper freswater molasse, leaf flora, aueforest, Sarmatian, phytozone OSM-3b2, Platanus-Liquidambar-dominance

Inhalt	Seite
1 Einleitung	3
2 Geologischer Überblick	3
3 Aufschlußverhältnisse	7
4 Fossilinhalt und Interpretation	7
4.1 Blätter, Früchte, Samen, Rinden, Knospen	7
4.2 Fossilium Catalogus	8
4.3 Unterschiede zu anderen Floren	9
4.4 Palökologie, Paläoklima und Stratigraphie	11
4.5 Blattfloren im Vergleich	13
4.6 Die Tierwelt von Rehrosbach	16
Literatur	18
Appendices 1-3	21
Tafeln	24

1 Einleitung

Nach Meldung eines Fundes diverser fossiler Blätter aus einer Kiesgrube SE von Augsburg konnten mehrere Begehungen und Kleingrabungen vorgenommen werden, die eine ganze Reihe von Blattfossilien ans Tageslicht brachten. Leider war der Erhaltungszustand nicht immer ideal, sind doch deutlich schwarze Mangan und rote Eisenlösungen in die Schichtfugen eingedrungen und haben die Fossilien z.T. vollständig bedeckt und nicht vom Sediment abtrennen lassen.

Entdeckt wurde die Fundstelle am 26.04.2013 durch den Geologen Dr. Wolfgang SCHMID (Büro für Geo-Ressourcen, München), sowie Autor Dr. Andreas MURR (Abb. 1). Erste Pflanzenfunde betrafen Platanen- und Amberbaum-Blattreste.

Wir bedanken uns ganz herzlich bei der Geschäftsführerin der Hans Baur GmbH, Frau Heike BAUR (Rederzhausen) für tätige Mithilfe bei den Grabungen in Form eines Greifbaggers, sowie deftiger Brotzeiten zur Stärkung der Grabungsmannschaft.

Das LfU hatte mit Koll. Dr. R. EICHHORN angeregt, eine kleine TV-Sendung zur neuen Fundstelle zu machen (siehe Taf. 3).

Vor Ort waren noch tätig Dr. Wolfgang SCHMID (München) und Kollege Dr. Gerhard DOPPLER vom LfU München.

Es wurden mehrere kleine Grabungen durch folgende Personen vorgenommen: Dr. Michael Rummel (Leiter NMA Augsburg), Präparatorin Janine HENDRIKS (NMA Augsburg), Dr. Uli SEEHUBER (Neumünster), Hans SCHMITT (Dietramszell), Dr. Markus SACHSE (München), Ing. Uli LIEVEN (Bedburg) – das gesammelte Material kam dankenswerterweise ins Naturmuseum Augsburg

2 Geologischer Überblick

Die Kies- und Sandgrube Rehrosbach auf dem TK-Blattgebiet 7532 Dasing (Abb. 1, 2) liegt im Bereich des Naturraumes Donau-Isar-Hügelland, welches weitgehend von tertiären Sedimenten des Molassebeckens gebildet wird. Das Molassebecken entstand im späten Eozän in einer Vorland- oder Randsenke, in die Ablagerungsmaterial der sich hebenden Alpen eingetragen wurde (HOMEWOOD et al. 1986).

Die ältesten Ablagerungen im Molassebecken entstanden nach einer Meerestransgression, die zur Ablagerung der marinen Schichten der Unteren Meeresmolasse (UMM) führte (Zitat). Nachdem das Molassebecken weitgehend mit alpinem Detritus aufgefüllt wurde, stellte sich ein limno-fluviatiles Entwässerungssystem ein. Die dabei abgelagerten Schichten werden als Untere Süßwassermolasse (USM) bezeichnet. Im Miozän führte eine erneute Meerestransgression zur Ablagerung der Schichten der Oberen Meeresmolasse (OMM). Die allmähliche Aussüßung dieses Meeres wird durch die Schichten der sogenannten Süßbrackwassermolasse dokumentiert. Mit dem endgültigen Rückzug des Meeres setzten die fluviatil - limnischen Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse ein, in denen auch die Kies- und Sandgrube Rehrosbach liegt (Abb. 2).

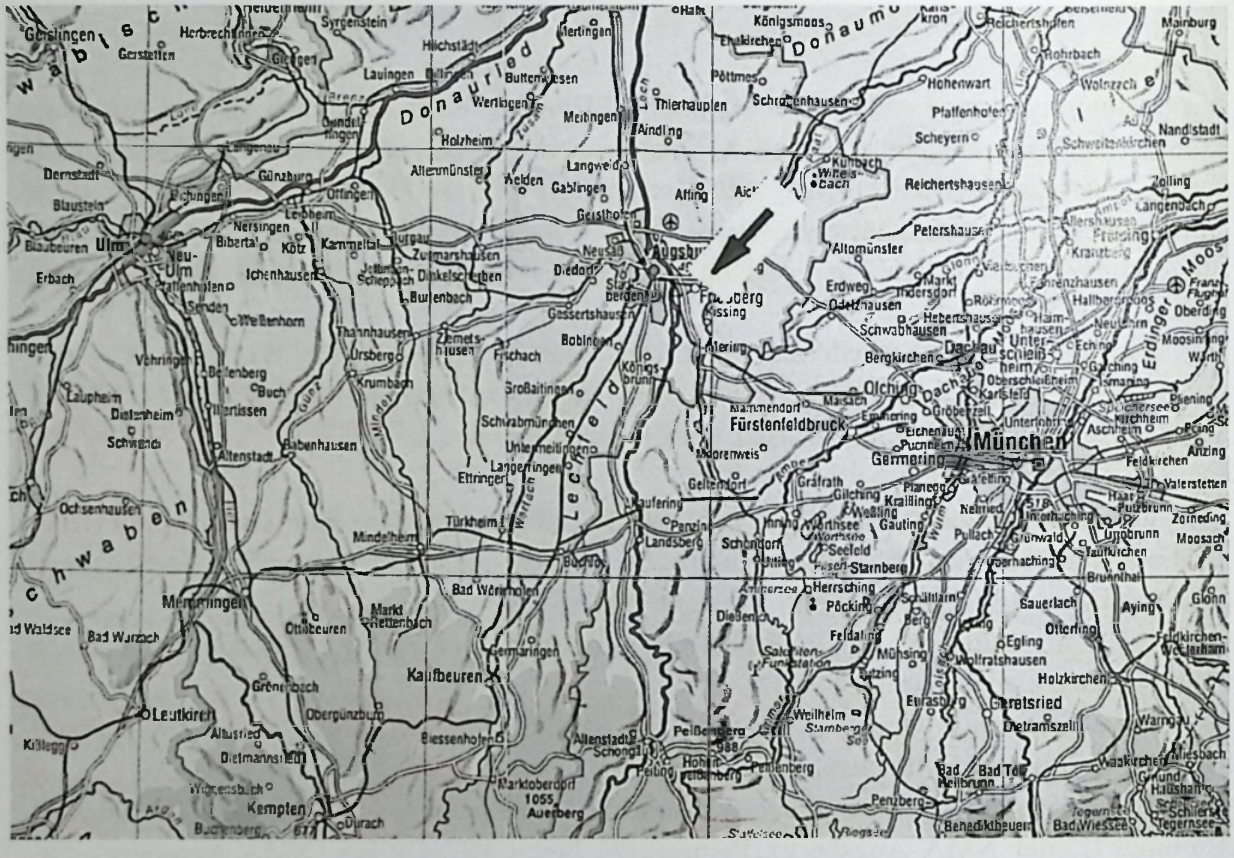


Abb. 1: SW-Deutschland mit Angabe der Fundstelle Rehrosbach bei Eurasburg (Pfeil)

Die ältesten Schichten der Oberen Süßwassermolasse (OSM) werden für Bayerisch-Schwaben als **Untere Limnische Serie** bezeichnet (DOPPLER, 1989). Im Raum Dasing sind diese Schichten nur durch Tiefbohrungen bekannt. Das Gefälle der Achse des Molassebeckens verlief zu dieser Zeit sehr schwach geneigt von Ost nach West. Die Limnische Untere Serie gilt als Zeit behinderten Abflusses, in der träge Flüsse und Überschwemmungsebenen das Land prägten. Dies spiegelt sich besonders in der Sedimentation von karbonatreichen Feinsanden, Schluffen und Tonmergeln wieder.

In der darüber folgenden **Fluviatilen Unteren Serie** Bayerisch-Schwabens setzte ein Ost-West verlaufendes Glimmersand-Stromsystem vor allem Fein- bis Mittelsande ab, in die

häufig Mergel und Schluffe eingeschaltet sind. Die Verbreitung von Mittel- bis Feinkiesen beschränkt sich auf größere und kleinere Einzelrinnen.

Ein deutlicher Fazieswechsel setzt mit der **Geröllsandserie** (DOPPLER 1989) ein. Von Osten her lagerten geröllführende Flusssysteme gröbere Kiese im bayerisch-schwäbischen Raum ab. Offensichtlich führten erneute tektonische Aktivitäten im Zuge der Alpenhebung zu einer Erhöhung der Transportenergie auch im Raum Bayerisch-Schwabens, so dass es innerhalb der Geröllsandserie zur flächigen Ablagerung von Sanden und Kiessanden kam. Ein Teil der Kiesgruben nördliche von Rehrosbach liegt im stratigraphischen Niveau der Geröllsandserie. Neben Sanden und Kiessanden können im Raum Dasing weit aushaltende Ablagerungen von Tonen, Mergeln und Schluffen angetroffen werden, bei denen es sich um Sedimente aus Auenbereichen handelt. Offensichtlich kam es während der Ablagerung der Geröllsandserie mehrfach zu Stagnationsphasen, in denen sich fluviatile Ablagerungen auf wenige Einzelrinnen konzentrierten, zwischen denen weiträumige Überschwemmungsebenen bestanden.

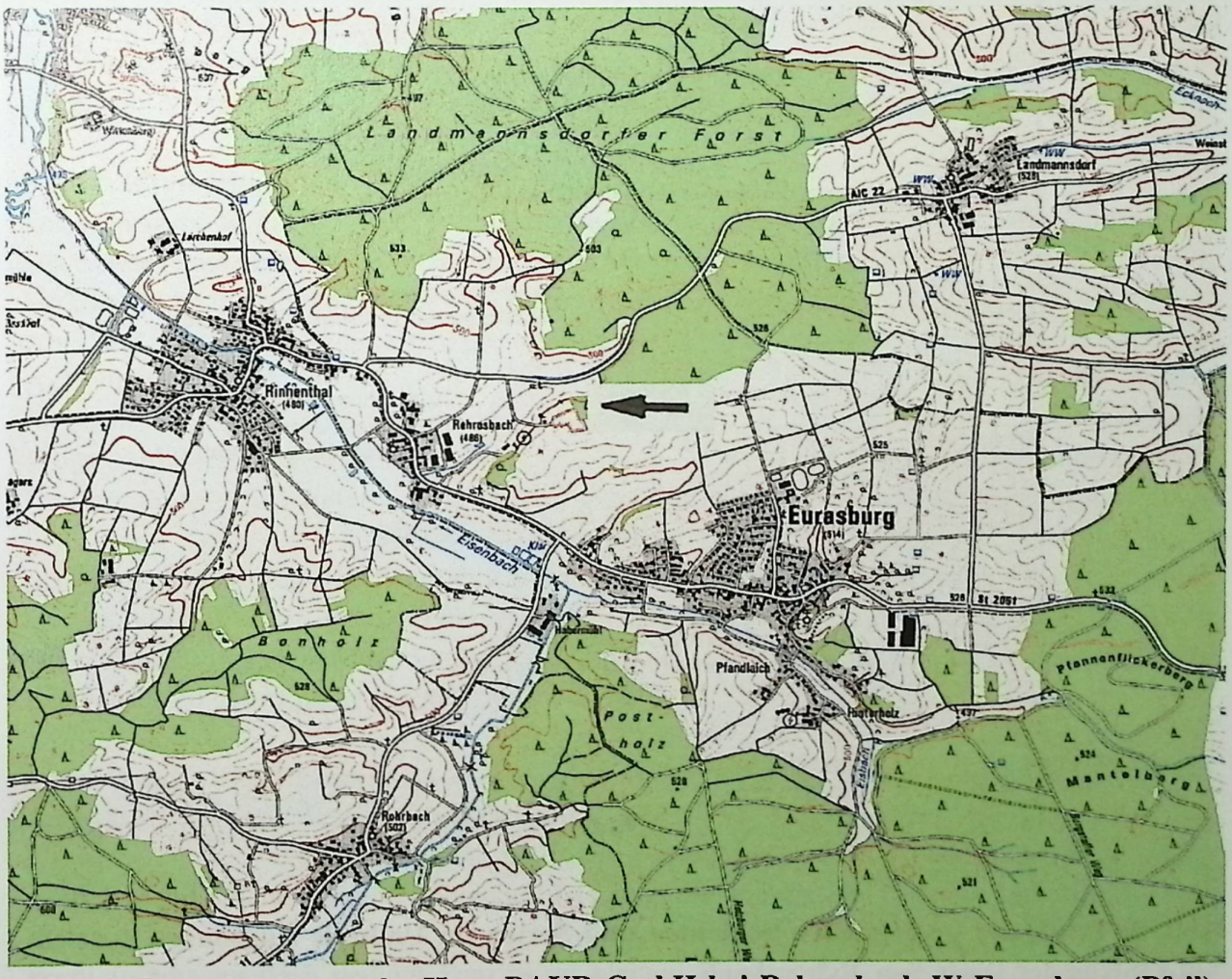


Abb. 2: Lage der Kiesgrube Hans BAUR GmbH bei Rehrosbach W Eurasburg (Pfeil) auf der TK 1:25 000; **Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung 626/15**

Das jüngste Schichtglied der Oberen Süßwassermolasse wird in Bayerisch-Schwaben als **Obere Serie** (DOPPLER 1989) bezeichnet. Im Blattgebiet Dasing besteht die Obere Serie überwiegend aus Abfolgen von Sanden, Schluffen und Mergeln. Eine biostratigraphische Einstufung gelang HEISSIG (in FIEST 1986) in der ca. 5 km nördlich von Rehrosbach gelegenen Lehmgrube Laimering. Feinsedimente der Hangendserie wurden und werden in zahlreichen Gruben im weiteren Umfeld von Rehrosbach abgebaut. Kleine Abbaue in karbonathaltigen Bereichen dienten offenbar der Gewinnung von Material zur Verbesserung kalkarmer Ackerböden und stehen heute nicht mehr im Abbau. Dagegen wurde und wird in zahlreichen Gruben, wie z.B. der Grube nördlich von Pfaffenhofen a.d. Glonn, dem zwischenzeitlich weitgehend rekultivierten Lehmberg bei Laimering oder dem Ton- und Sandtagebau Tattenhausen für die Erstellung von Hintermauerziegeln genutzt.

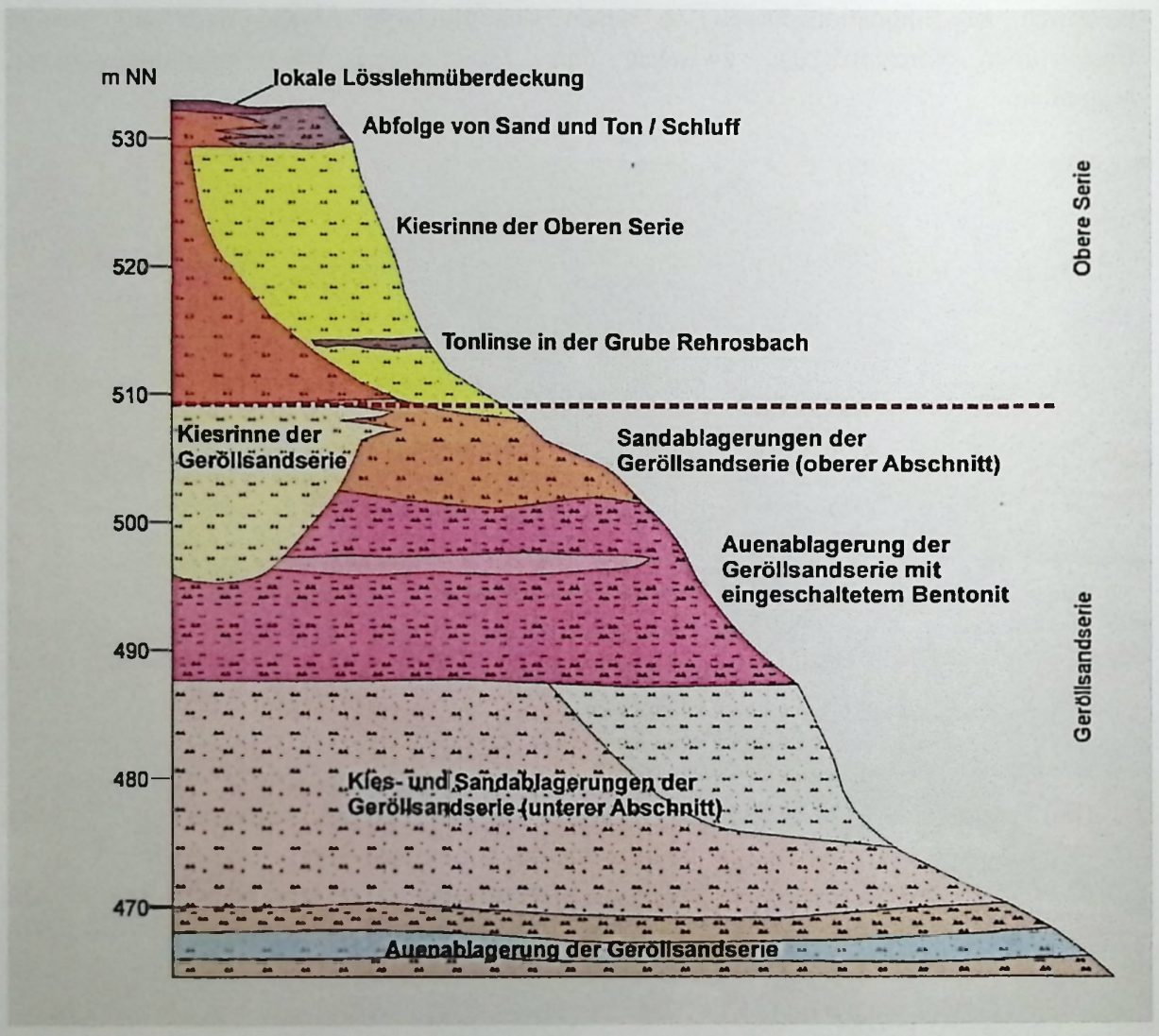


Abb. 3: Profil der geologischen Schichten und Serien im Umkreis Augsburgs, speziell mit Eintrag der Linse von Rehrosbach

Neben den Abfolgen von Sanden und Feinsedimenten der Oberen Serie treten südlich von Dasing zahlreiche mächtige Kiesablagerungen auf, zu denen auch die Sedimente der Kies-

und Sandgrube Rehrosbach gehören. Geologische Detailkartierungen des Verfassers ergaben, dass derartige Kiese in Rinnen vorkommen, die offensichtlich ehemalige Hauptströme großer Flusssysteme darstellen. Kiesablagerungen der Oberen Serie können mehrere 10-er Meter mächtig sein und weit in die unterlagernde Geröllsandserie eingreifen, wie z.B. in der Kiesgrube der Fa. Asam südlich von Adelzhausen. Diese Kiesablagerungen lassen sich weiter Richtung Eurasburg bis südlich Ottmaring verfolgen. Es verläuft somit eine ca. 2-3 km breite Kiesrinne über Adelzhausen in westsüdwestliche Richtung. Innerhalb der kiesig-sandigen Ablagerungen finden sich häufig Schluff- bzw. Tonlinsen, bei denen es sich um lokale Stillwassersedimente handelt, wie z.B. die hier behandelte Tonlinse in der Grube Rehrosbach.

Sedimente der Oberen Serie stellen den Abschluss der Oberen Süßwassermolasse dar. Durch verstärkte Hebung des Orogens samt Vorland und einer Umkehr des Achsengefälles von West nach Ost wurde das Molassebecken zum Denudationsgebiet (LEMCKE 1988). Tieferliegende Schichtglieder wurden wieder aus der Molasseformation freigelegt. Im Quartär (Pleistozän und Holozän), dem jüngsten und letzten erdgeschichtlichen Zeitabschnitt (vor etwa 2,4 Millionen Jahren bis heute) wurde die heute erkennbare Morphologie geprägt. Vor allem während der Kalt- oder Eiszeiten, in denen das Blattgebiet zum Periglazialraum gehörte, führten Abtragungs- und Umlagerungsprozesse, wie Solifluktion, Wind- und Wassererosion oder auch Akkumulationsprozesse, wie Lößaufwehung, zu nachhaltigen Reliefveränderungen.

3 Aufschlußverhältnisse

Die Kiesgrube Rehrosbach liegt im Bereiche des Augsburger Tertiärhügellandes und besteht aus Sanden und Kiesen, Mergeln und Schluffen in einer geringmächtigen Lage. Die Fa. H. BAUR (Rederzhausen) baut hier die Grube in mehreren Lagen ab (Abb. 1, 2).

Am Top der mergeligen Blattlage fanden sich wieder, wie schon häufig in anderen Aufschlüssen, die U-förmigen Grabbauten von Ephemeropteren (Eintagsfliegen), *Rhizocorallium jenense* genannt – hier allerdings nicht im marinen Bereich. Auch grabende Würmer müssen im feuchten Sediment gewesen sein, da deren Spuren leicht kenntlich sind. Das unruhige Profil lieferte auch eingestreut in die kiesigen Sande seltsame rote Batzen (gebrannter Ton), die möglicherweise einen Brand andeuten – Fusit wurde allerdings nicht gefunden. Solche Verfärbungen fanden Kollegen in OSM-Sedimenten schon öfters und haben sie als eben solche Waldbrandbelege, als gefrittete Tone interpretiert, was auch sehr wahrscheinlich ist. Mehrfach wurden auch sog. „Tutenmergel“ gefunden, durch muscheligen Bruch seltsam geformte Sedimentstrukturen.

4 Fossilinhalt und Interpretation

4.1 Blätter, Früchte, Samen, Rinden, Knospen

Es wurden einige hundert Sedimentplatten mit Fossilresten darauf geborgen, die leider meist nicht sehr gut erhalten waren. Folgende Liste zeigt die wichtigsten Taxa der Makroflora (Tab. 1).

Wohl frühdiagenetisch bedingt kam es zu kleinen Rutschungen, muscheligen Ausbrüchen, Tonharnischen und Manganlösungen, die die Blätter z.T. fast völlig bedeckten – und die freien Flächen ebenso, sodass eine Trennung Blattrand-Sediment manchmal kaum möglich war.

Trotzdem ließen sich genügend Taxa finden, um sowohl ökologische, als auch klimatische und stratigraphische Aussagen zu machen. Einige Funde wurden bereits im Gelände als relativ jung interpretiert, was mit der geologischen Einteilung gut harmonierte.

Tabelle 1: Liste der in Rehrosbach vorkommenden Arten und Gattungen mit Angabe der Häufigkeiten und weiterer Bemerkungen

Taxon/Flora	Häufigkeit	Bemerkungen
Acer tricuspidatum	I	schlecht sichtbar
Berchemia sp.	I	
Juglandacee	o	
Knospenschuppen	I	indet.
Laurophyllum div. sp.	o	glattrandig
Leguminocarpum sp.	I	Einzelfund
Leguminophyllum sp.	o	
Liquidambar europaea	oo	Blätter
Parrotia persica	I	
Palaeocortex platanoides	oo	viele Rindenstücke
Platanus acerifolia	ooo	
Populus div. sp.	oo	*P. balsamoides* und *P. latior*
Quercus ex grupo kubinyi	o	stachelspitziger Rand
Quercus pontica-miocenica	o	Langzähnige Kupula
Quercus pseudocastanea	o	breitstachelspitz gerundet
Salix div. spec.	oo	*S. angusta* und *S. lavateri*
Sapindus falcifolius	I	Einzelfund Fiederblatt
Ulmus longifolia	o	große Blätter
Zelkova zelkovaefolia	o	deutlich serrat

4.2 Fossilium Catalogus

Hier werden die Funde systematisch dargestellt und die wichtigste Literatur und die Abbildungen mit erwähnt (Tab. 2). Einige wenige Taxa sind schlecht erhalten und werden nicht abgebildet. Die Zuordnung letzterer ist z.T. zu überprüfen.

Statt eines Kataloges mit Beschreibung der Taxa wird hier nur eine Liste der vorkommenden Formen gebracht, da in vielen früheren Publikationen alles Wissenswerte abgehandelt wurde.

Tabelle 2: Die in Rehrosbach vorkommenden Taxa und ihre Fotobelege.

Fossil	Abbildungen
Acer tricuspidatum	Taf. 6, Fig. 1;
Berchemia sp.	-
Fraxinus stenoptera	Taf. 6, Fig. 2;
Juglandacee	-
Knospenschuppen	-
Laurophyllum div. sp.	Taf. 4, Fig. 5; Taf. 6, Fig. 3;
Leguminocarpum sp.	-

Leguminophyllum sp.	Taf. 4, Fig. 7; Taf. 6, Fig. 6, 9; Taf. 7, Fig. 4, 5;
Liquidambar europaea	Taf. 3, Fig. 4; Taf. 6, Fig. 1;
Parrotia persica	-
Paulownia inopinata	Taf. 4, Fig. 2-4;
Palaeocortex platanoides	Taf. 6, Fig. 8;Taf. 8, Fig. 3;
Platanus acerifolia	Taf. 7, Fig. 1-3;
Populus div. sp.	Taf. 5, Fig. 1;
Pterocarya sp.	Taf. 5, Fig. 7;
Quercus ex grupo kubinyi	Taf. 5, Fig. 2, 3;
Quercus pontica-miocenica-Kupula	Taf. 6, Fig. 5;
Quercus pseudocastanea	Taf. 4, Fig. 2; Taf. 5, Fig. 4;
Salix div. spec.	-
Salix lavateri	Taf. 6, Fig. 7;
Sapindus falcifolius	Taf. 6, Fig. 4;
Ulmus longifolia/ruszowensis	Taf. 5, Fig. 5, 6;
Zelkova zelkovaefolia	Taf. 6, Fig. 9; Taf. 7, Fig. 4;

Zu den Bestimmungen sei auf die wichtigste Literatur verwiesen: RÜFFLE 1963, GREGOR et al. 1989, KNOBLOCH 1969, 1986, 1988, HANTKE 1954, HEER 1856-59, HUMMEL 1983, BUTZMANN & FISCHER 1997, RIEDERLE et al. 2014, JUNG 1963.

4.3 Unterschiede zu anderen Floren

Ein erster Vergleich der Flora von Rehrosbach mit anderen aus dem Augsburger Raum lässt Unterschiede und Gemeinsamkeiten erwarten. Auf den ersten Blick lassen sich *Cinnamomum (Daphnogene)*-dominierte Floren abtrennen, die ältere Komplexe darstellen und keine *Liquidambar*-Blätter enthalten.

Tabelle 3: Dominanzenvergleich der Blatttypen verschiedener fossiler Floren im Hinblick auf die Flora von Rehrosbach (nach WEBENAU 1995, GREGOR 1982).

Fundstelle	**Blattflora**	**Blattsyst. Zuordnung**
Derching	*Ulmus-Daphnogene*	ofgikqs
Gallenbach	*Alnus-Gleditsia-Daphnogene*	aok
Pfaffenzell II	*Ulmus-Daphnogene-Platanus*	aokq
Unterneul	*Daphnogene-Populus*	aqs
Hilpoldsberg	*Liquidambar-Platanus-Ginkgo*	filnose
Unterwohlbach I	*Liquidambar-Platanus-Populus*	ailnose
Unterwohlbach II	*Cinnamomum-Populus-Salix-Ulmus-Viburnum*	aiklno
Derndorf II	*Liquidambar-Platanus*	aglp
Breitenbrunn	*Liquidambar-Platanus-Salix*	fikoqs
Oberbernbach	*Gleditsia-Cinnamomum*	ak
Rehrosbach	*Platanus-Liquidambar-Populus-Salix*	ioqs

Tabelle 4: Vergleich der Arten aus verschiedenen Floren – im Zusammenhang mit der von Rehrosbach (nach WEBENAU 1995, GREGOR 1983, 1985a,b, SCHMIDT 1976, 1980, SCHMID & GREGOR 1983)

Taxon/Blätter	Pfaffenzell I	Gallenbach	Unterneul	Derching	Rehrosbach
Acer tricuspidatum	-	-	+	-	+
Alnus julianaeformis	-	+	-	-	-
Cinnamomum polymorphum	+	+	+	+	-
Gleditsia knorrii	-	+	+	-	-
Leguminophyllum	-	-	-	-	+
Laurophyllum sp.	-	-	+	-	+
Liquidambar europaea	-	-	-	+	+
Parrotia persica	-	-	-	-	+
Paulownia inopinata	-	-	-	-	+
Palaeocortex platanoides	-	-	-	-	+
Platanus leucophylla/acerifolia	+	+		+	+
Populus balsamoides	+	+	+	+	+
Populus latior	-	+	+	-	-
Populus mutabilis	-	+	-	-	-
Pterocarya castaneifolia	-	+	-	-	-
Quercus ex grupo kubinyi	-	-	-	-	+
Quercus mediterranea	+	+	-	+	+
Quercus pseudocastanea	-	+	-	-	+
Salix angusta	+	+	+	+	+
Salix lavateri	+	+	+	+	+
Sapindus falcifolius	+	+	-	+	+
Ulmus longifolia	+	+		+	+
Viscum sp.	-	-	-	-	+
Zelkova zelkovaefolia	+	+		+	+
Taxon/Diasporen					
Hemitrapa heissigii	-	+	+	-	-
Zahl der Taxa	**9**	**16**	**10**	**10**	**18**
Gemeinsame Taxa	**8**	**9**	**5**	**9**	**-**

Ein Vergleich der Blattfloren aus der Augsburger Gegend erscheint ganz interessant, denn es handelt sich um einige Floren, die wohl stratigraphisch verschieden alt sind und dementsprechend auch ökologische Differenzen zeigen (vgl. Tab. 3). Die Anzahl der gemeinsamen Taxa zeigt deutlich wenig Übereinstimmung bis auf Rehrosbach – Breitenbrunn, evtl. noch Hilpoldsberg und UnterwohlbachI. Gemeinsam sind die Blatttypen „ioqs" (aceroid, carpinoid, populoid, salicoid) bzw. " ios" (aceroid, carpinoid, salicoid). Damit ist die stratigraphische Situation, wie in Tab. 5 und 6 gezeigt, bestätigt, nämlich Phytozone OSM-3b2/4,

Zur Klärung nomenklatorisch-systematischer Probleme seien hier kurz einige Fakten erwähnt. Als Besonderheiten sind anzusehen:

- Ein ganzrandiges Blatt von *Laurophyllum* wurde erst fälschlich als *Cercis miochinensis* angesehen, was erst durch aufwändige Einzeluntersuchungen revidiert werden konnte. Selbst als weitgereister Paläokarpologe wird man von der Natur manchmal aufs Glatteis geführt, was hier eindeutig passiert ist. Da das Blatt nur eine einseitige Spreite hat und undeutliche Nervatur, wurde diese Fehlbestimmung vorgenommen und soll jüngeren Wissenschaftlern dazu dienen, voreilige Schlüsse, wie in diesem Fall zu vermeiden. Somit ist die Leguminosengattung *Cercis* kein Thema mehr (leider).
- *Paulownia inopinata*. (Coll. Lieven), vgl. BUTZMANN & FISCHER 1997. Bei diesen Autoren war der Erstnachweis der Gattung in der Molasse gelungen. Im chinesischen Jungtertiär waren die großen Blätter der Art *Paulownia shanwangensis* TAO schon bekannt (vgl. ANONYMUS 1978: 155, Abb. 76, Taf. 138, Taf. 141).
- *Palaeocortex platanoides* GREGOR 2016. Fossile Rinden waren bis jetzt nicht näher untersucht worden – was hier erstmals gemacht wird. Die neue Gattung und Art wurde in einer separaten Arbeit publiziert (vgl. GREGOR 2016, Documenta naturae 196-6), damit in Zukunft die Früchte, die Rinde und die Blätter nicht zusammen geworfen werden. Bisher liegen niemals zusammenhängende Organe vor, sondern nur separierte. In Rehrosbach sind alle Rinden durch Eisenoxid rot gefärbt, im Gegensatz zu den meisten Blättern, die schwarzen Manganbelag aufweisen. Gutes Material stammt von der Aufsammlung LIEVEN von 2015 (Eingangsnummer /2233).
- *Cinnamomum* vel *Daphnogene*, ein lange schwelende Diskussion um die Benennung. *Cinnamomum* ist die Gattung alter Autoren wie HEER, UNGER usw., *Daphogene* wurde als kutikelführende Blattform von KNOBLOCH u.a. dargestellt. Wie Autor GREGOR schon 2014 ausgeführt hat (in RIEDERLE et al. 2014), wird hier ebenfalls der alte Name *Cinnamomum* beibehalten, in dem Bewusstsein, dass *Daphnogene* dasselbe meint, aber eben kutikelführend ist, wie z.B. in der Fundstelle Oberbernbach.

4.4 Palökologie, Paläoklima und Stratigraphie

Welche Aussagen gibt es nun aufgrund der Flora zu dieser Fundstelle? Wir haben im Bereich Augsburg ja früher schon Fossillagen entdeckt, so in Pfaffenzell, Dasing-Gallenbach, Unterneul, Hilpoldsberg, Unterwohlbach I und dann nahe Aichach-Oberbernbach (vgl. GREGOR 1982, GREGOR et al. 1989).

Folgende Auswertung kann nun für Rehrosbach vorgeschlagen werden, um Daten zu bestimmten Themen zu bekommen:

Paläoökologie:
(vgl.: GREGOR 2011, GREGOR & KNOBLOCH 2003)
Der Wald von Rehrosbach war ein Auwald, und zwar eine Weichholzaue mit *Populus* und *Salix*, aber großen Anteilen von Hartholzaue (*Liquidambar, Platanus, Ulmus* u.a.), als auch mesophytischen Elementen wie Eiche und Lorbeerverwandte (*Laurophyllum*), Ahorn (*Acer*) und Leguminosen (*Leguminophyllum*)
Zusammenfassend kann die Flora von Rehrosbach als typische Molasseflora als Auwaldvegetation beschrieben werden, als Hartholzaue in einem anastomosierend-mäandrierendem Flußsystem mit Altwasserbereichen, evtl. oxbow-lakes usw. Eine zeichnerische Vorstellung davon brachte GREGOR 2012 zur Ansicht.
Der Auwald war dominiert von Pappeln, Weiden, Platanen und Amberbaum und im Wasser von Eintagsfliegenlarven und Muscheln, aber auch Fischen. Sicher gab es auch Elefanten- und Nashornvorläufer, Hirschartige oder Giraffenverwandte, die alle aus anderen Gruben belegt sind, zusammen mit kleinen Säugetieren wie Eichhörnchen, Hamster, Flughörnchen oder Siebenschläfer – alle Formen von anderen Fundorten bekannt.
Dieses romantische Bild kann durch Krokodile (Alligatoriden), Bärenhunde (Amphicyoniden) oder Säbelzahnkatzen (Machairodonten) und den berühmten Augsburger Affen *Pliopithecus antiquus* (GREGOR & FIEST 1988) erweitert werden, ebenfalls durch Fundstellen wie Stätzling, Friedberg, Pfaffenzell oder Dasing – allerdings haben verschieden alte Zeiteinheiten verschiedene Faunen aufzuweisen. Hier wurde nur ein Überblick über mögliche Tierwelten gegeben – bis in der Grube hoffentlich erste tierische Reste auftauchen.

Paläoklima:
(vgl.: GREGOR 1980, 1982, 1989)
Das Klima ist ein typisches Cfa- oder Virginia-Klima, wie schon oft in Molassefundorten gefunden. Die Jahresmitteltemperatur war wohl auf ca. 15°C gefallen (von Unterneul vielleicht 17°C) und der Niederschlag lag wohl bei 1500-2000 mm (GREGOR 1980, 1982, 1989, 1997).

Stratigraphie: Jüngere Serie (oberster Teil), 11-12 Mio. Jahre; Phytozone OSM-3b2 Übergang zu OSM-4 (vgl. GREGOR 1982, GREGOR et al. 1989).
Die Flora von Rehrosbach ist wohl die jüngste der Floren im Augsburger Bereich und hat schon die ersten stachelspitzen Eichen aufzuweisen (*Quercus pseudocastanea* und *Qu.* ex gr. *kubinyi*), den Amberbaum (*Liquidambar europaea*), und die cf. *Paulownia inopinata*. Intermediäre Elemente sind die Platanen (*Platanus*), die Ulmen (*Ulmus*), Ahorn (*Acer*) und Walnussgewächse (Juglandaceen). Als Relikt kann die Form *Laurophyllum* (Lorbeerverwandte) bezeichnet werden, da auch die sonst häufigen *Cinnamomum*-Blätter bereits total fehlen. Als Vergleichsfloren können gelten: Breitenbrunn und Massenhausen, im weiteren Sinne Unterwohlbach I, Hilpoldsberg u.a., aber nicht die Augsburger Floren wie Gallenbach usw. (siehe Tab. 3).

4.5 Blattfloren im Vergleich

Hier soll eine alphabetische Zusammenstellung wichtiger Molassefloren deutlich zeigen, wo die Fundstelle Rehrosbach paläofloristisch steht (Tab. 5, 6). Schnell erkennt man die Zuordnung der Fundstelle zu Phytozone OSM-3b2/4 und Phyllo-Zönosen-Komplex PZK 4a (Tab. 5) mit Komposition und Index-Fossilien. Damit ist stratigraphisch eine Einengung auf mittlere Serie, den oberen Teil, gewährleistet, also oberes Sarmat.

Tabelle 5: Alphabetische Liste der Fundorte in Bayern und deren Florendaten im Vergleich mit denen von Rehrosbach

Fundstelle	**Blattfloren-Komposition**	**Phytozone sensu GREGOR**	**Phyllozone sensu WEBENAU**	**Indexfossilien (bzw. Leitfossilien)**
Achldorf	*Acer* *Alnus* *Quercus* *Taxodium* *Ulmus* *Zelkova*	OSM-4	PZK-5 nov.	*Quercus pseudocastanea,* *Alnus menzelii* *Betula subpubescens*
Aubenham	*Acer* *Carpinus* *Liquidambar* *Quercus*	OSM-5	PZK-6 nov.	*Quercus pseudocastanea,* *Carpinus kisseri,* *Alnus ducalis*
Breitenbrunn	*Liquidambar* *Platanus* *Ulmus*	OSM-3b2/4	PZK-4a	*Ginkgo adiantoides*
Burtenbach	*Cinnamomum* *Gleditsia* *Populus* *Salix*	OSM-3b1	PZK-2a	*Quercus cruciata*
Derching	*Cinnamomum* *Platanus* *Populus* *Ulmus*	OSM-3b2	PZK-3a	*Alnus julianaeformis*
Derndorf I	*Cinnamomum* *Gleditsia* *Populus* *Salix*	OSM-3b1	PZK-2a	*Gleditsia knorrii,* *Hemitrapa heissigii*
Derndorf II	*Cinnamomum* *Liquidambar* *Platanus*	OSM-3b2	PZK-3a	*Liquidambar europaea,*
Eberstetten	*Cinamomum* *Gleditsia* *Populus*	OSM-3b1	PZK-2a	*Hemitrapa heissigii*
Entrischenbrunn	*Cinnamomum*	OSM-3b1	PZK-2a	*Hemitrapa heissigii*

	Gleditsia *Hemitrapa*			
Falkenberg	*Cinnamomum* *Gleditsia* *Populus*	OSM-2a/b1	PZK-1?	
Gallenbach	*Gleditsia* *Populus* *Ulmus*	OSM-3b1/2	PZK-2b	*Alnus*
Haunswies	*Cinnamomum* *Gleditsia* *Populus* *Salix*	OSM-3b1/2	PZK-2b	*Gleditsia knorrii*
Hilpoldsberg	*Carpinus* *Liquidambar* *Platanus* *Ulmus*	OSM-3b2	PZK-4a	*Ginkgo adiantoides*
Illertissen	*Cinnamomum* *Gleditsia* *Populus* *Salix*	OSM-3b1	PZK-2a	*Gleditsia knorrii*
Kirrberg	*Cinnamomum* *Populus*	OSM-3b1	PZK-2a	*Quercus cruciata,* *Hemitrapa heissigii*
Kohlbergtunnel	*Liquidambar* *Quercus* *Ulmus*	OSM-3b2/4s	PZK-4s	*Quercus pseudocastanea*
Massenhausen	*Alnus* *Liquidambar* *Quercus*	OSM-3b2/4	PZK-4a	*Quercus pseudocastanea,* *Alnus ducalis*
Oberbernbach	*Cinnamomum* *Gleditsia*	OSM-3b1?	PZK-2a?	*Gleditsia knorrii.*
Pfaffenzell I	*Cinnamomum* *Platanus* *Ulmus*	OSM-3b2	PZK-3a	
Pfaffenzell II	*Acer* *Gleditsia* *Liquidambar*	OSM-3b1/b2	PZK-2b	*Hemitrapa heissigii*
Rehrosbach	***Liquidambar*** ***Platanus*** ***Populus*** ***Salix***	**OSM-3b2/4**	**PZK-4a**	***Quercus pseudocastanea***
Schrotzburg (Baden-Württemberg)	*Cinnamomum* *Gleditsia* *Liquidambar* *Platanus*	OSM-3b1/2	PZK-2b	

Unterneul	*Cinnamomum* *Populus* *Salix*	OSM-3b1	PZeeK-1	*Gleditsia knorrii* *Hemitrapa heissigii*
Unterwohlbach I	*Cinnamomum* *Populus* *Salix* *Ulmus*	OSM-3b2	PZK-3a	*Ginkgo adiantoides*
Unterwohlbach II	*Cinnamomum* *Populus* *Viburnum*	OSM-3b1	PZK-2a	*Hemitrapa heissigii,* *Gleditsia knorrii*
Ursberg	*Cinnamomum* *Gleditsia* *Populus* *Salix* *Ulmus*	OSM-3b1	PZK-2a	*Gleditsia knorrii*

Tabelle 6: Phyllozönosen-Komplexe (PZK) in ihrer stratigraphischen Abfolge und weitere Daten im Hinblick auf Rehrosbach

Phtozone	**Indexfossilien**	**Fundorte**	**Zusätzliche Blatttaxa**
OSM-5	*Carpinus* *Liquidambar* *Quercus*	Aubenham	
OSM-4	*Quercus* *Taxodium* *Ulmus*	Achldorf	*Alnus*
OSM-3b2/4	*Quercus* *pseudocastanea* *Ginkgo adiantoides* *Liquidambar* *europaea*	Breitenbrunn Rehrosbach Kohlbertunnel Massenhausen	*Populus* *Quercus* *Ginkgo*
OSM-3b2	*Liquidambar* *europaea* *Cinnamomum* *polymorphum* *Ginkgo adiantoides*	Derching, Derndorf II Hilpoldsberg Pfaffenzell II Unterwohlbach I	*Populus*
OSM-3b1/2	*Cinnamomum* *polymorphum* *Gleditsia knorrii*	Gallenbach Haunswies, Schrotzburg	*Platanus* *Populus* *Ulmus*
OSM-3b1	*Cinnamomum* *polymorphum* *Gleditsia knorrii* *Quercus cruciata*	Pfaffenzell I Burtenbach Derndorf I Eberstetten,	*Populus* *Salix*

	Hemitrapa heissigii	Entrischenbrunn Illertissen Kirrberg Oberbernbach Unterwohlbach II Ursberg Unterneul	
OSM-3a	*Cinnamomum polymorphum*	Wengen?	*Cinnamomum Glyptostrobus*
OSM-2a/3b	*Cinnamomum polymorphum* *Gleditsia knorrii*	Falkenberg	*Cinnamomum*

Wenn man obige Liste Tab. 6 (aus 5) vereinfacht darstellt nur mit Fundorten und Leitfossilien, dann ergibt sich folgendes Bild für die Augsburger Floren und der weiteren Umgebung – Rehrosbach ist in Gesellschaft mit den Fundorten Breitenbrunn, Kohlbergtunnel und Massenhausen (GREGOR 2016, JUNG 1963). Eindeutig ist die Fundstelle Rehrosbach im Übergang OSM-3b2/4 zu sehen, ist also die jüngste Flora im Gebiet Augsburg (Abb. 4)

4.6 Die Tierwelt von Rehrosbach

Zur Fauna soll noch kurze ein Wort gebracht werden, da dies für eine Rekonstruktion des Biotops und Geotops von Bedeutung ist (vgl. Tab. 7 und auch GREGOR 2008).

Die Erhaltung von animalischen Kleinfunden in der Molasse ist prinzipiell schlecht, meist nur als Abdrücke vorliegend (Schnecken, Muscheln), als Einzelknochen (Säugetiere, Fischreste) oder als Spurenfossilien (*Rhizocorallium*).

Tabelle 7: Seltene tierische Reste in Rehrosbach mit Angabe der Häufigkeit, weiterer Bemerkungen und der Abbildungen dazu

Taxon/Fauna	**Häufigkeit**	**Bemerkungen**	**Abbildungen**
Libellenflügel	I	Abdruck mit Mangan	Siehe Beitrag JÄCKEL in diesem Heft,
Ephemeroptera Eintagsfliegenbauten, als *Rhizocorallium jenense* im marinen Bereich bestimmt	o	Sandgefüllte U-förmige Bauten in Mergel	Taf. 5, Fig. 5; Taf. 8, Fig. 4, 5;
Fischschuppe indet.	I	Abdruck	Taf. 9, Fig. 4;
Unionide indet.	o	Reiner Tonabdruck (pos. u. neg.)	Taf. 8, Fig. 1, 2;

In unserem Falle Rehrosbach ist die Erhaltung noch schlechter als anderswo, bedingt durch subaquatische diagenetische Vorgänge und spätere Lösungserscheinungen samt Infiltrationen von Eisen und Mangan (rot-schwarze Färbungen). Die Muschelreste (Unionidae gen. indet.) liegen als Mergelabdrücke vor und sind weiter unbestimmbar. Eine Fischschuppe

dokumentiert wenigstens das Vorkommen von Fischen (indet.), einzig der Libellenflügel (siehe Beitrag JÄCKEL in diesem Heft) ist relativ gut erhalten. Seltsamerweise sind bisher keinerlei Knochen oder Zähne von Wirbeltieren zutage gekommen, wie dies oft bei anderen Gruben der Fall ist.

Radiom. Alter in Mio. Jahren	Formation	Stufe	Phytozone (GREGOR)	KZK (GREGOR)	PZK (WEBENAU)	MN-Zone (MEIN)	Serie (Dehm)	Molasse-Gliederung
– 5		Pont	OSM 5	5		10	(jüngste)	
	Ober-Miozän					9		
		Pannon			PZK 4s			
			OSM 4	4			jüngere	
–12					PZK 4a	7/8		Rehrosbach
		Sarmat	OSM 3b2	3b2	PZK 3b			
						7/8		Obere Süßwasser-Molasse
					PZK 3a		mittlere	
					PZK 2b			
						7/8		
	Mittel-Miozän		OSM 3b1	3b1				
		Baden			PZK 2a	6		
			OSM 3a	3a	PZK 1			
						6		
							ältere	
			OSM 2	2				
–17						5		
								Brack-wasser Molasse
	Unter-Miozän	Karpat	OSM 1	1				
–18								
						4b		Obere Meeres-Molasse
–20		Ottnang	OMM			4a 3		

Abb. 4: Stratigraphische Tabelle mit Angabe der Phytozonen, der neogenen Stufen u.a. Zonen, sowie der Fundstelle Rehrosbach

Literatur

ANONYMUS: Fossil Plants of China III. Cenozoic Plants of China (ed. Peking Inst.Bot. & Nanking Inst.Geol. Palaeont.), 232 S., 149 Taf., 86 Abb., Science Press, Peking 1978

ARNETT, R.H. (2000): American Insects: A Handbook of the Insects of America North of Mexico.- CRC Press

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

DOPPLER, G. (1989): Zur Stratigraphie der nördlichen Vorlandmolasse in Bayerisch Schwaben.- Geologica Bavarica, 94: 83– 133, München

FIEST, W. (1989): Lithostratigraphie und Schwermineralgehalt der Mittleren und Jüngeren Serie der Oberen Süßwassermolasse Bayerns im Übergangsbereich zwischen Ost- und Westmolasse. - Geologica Bavarica, 94: 257-279, München

FÜRSICH, F.T. & MAYR, H., (1981): Non-marine *Rhizocorallium* (trace fossil) from the Upper Freshwater Molasses (Upper Miocene) of southern Germany. N. Jb. Geol. Paläont., Monatshefte, 6, 321–333

FÜRSICH, F.T. (1974): Ichnogenus Rhizocorallium.- Paläont. Z., 48, 16-28

GREGOR, H.-J. & FIEST, W. (1988): Das Biotop und die Nahrung des Molasse-Affen *Pliopithecus antiquus*.- Documenta naturae, **42**: 28-36, 5 Abb.; 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

GREGOR, H.-J. & PLANDEROVA, E. (1992): The ages of two problematic open pits in Southern Germany by means of palynological records.- Documenta naturae, **70**: 62-70, 4 figs., 3 pls.; München

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. (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

GREGOR, H.-J. (1985): Neue Fossilfundstellen in den Molasse-Ablagerungen Süddeutschlands.- Ber. Naturwiss. Verein Schwaben e.V., **89**, 3: 57-69, 4 Abb., 6 Taf.; Augsburg

GREGOR, H.-J. (1989): Neufunde fossiler Fruktifikationen in Molasseablagerungen Süddeutschlands, (Kurzberichte V).- Documenta naturae, **49**: 51-52; München

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. (1993): Bemerkungen zum Molasse-Affen *Pliopithecus*.- Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben e.V., **97**,1: 21-24, 5 Abb., Augsburg

GREGOR, H.-J. (1997): Paläoökologisch-paläoklimatologische Rekonstruktionen und deren Problematik bei Fauna und Flora. Treffen Molasse-Geol., 12–13.Dez.1997 in Laimering/Augsburg, Kurzfass.: 6, 7; München. – [Unveröff.]

GREGOR, H.-J. (2008): Die Lebewelt (Flora und Fauna) des Jungtertiärs in Süddeutschland unter Berücksichtigung der Meteoriteneinschläge (Ries und Steinheim).- Documenta naturae, 172: 13-29, 3 Abb., 1 Tab., 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. (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. (2016): Die Floren der Günzburger „Gelben und Grauen Molasse" – Altfunde in der Naturhistorischen Sammlung der Akademie zu Dillingen und im Heimat-Museum Günzburg.- Documenta naturae, 196, 3: 27-67, 5 Tab., 3 Abb., 11 Taf., München

GREGOR, H.-J. (2016): *Pteridium speckbacherae* nov. spec. (Pteridophyta) aus der Oberen Süßwassermolasse von Haunswies bei Augsburg (Mittel-Miozän).- Documenta naturae, 196, 3: 11-25, 3 Abb., 5 Taf., München

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

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

HOMEWOOD, P., ALLEN, P. A.,WILLIAMS, G. D. (1986): Dynamics of the molasse basin of western Switzerland. In: ALLEN. P. A. & P. HOMEWOOD. (eds). Foreland basins. Special Publication of International Association of Sedimentologists. 8: 199-217

HUMMEL, A. (1983): The Pliocene leaf flora from Ruszow near Zary in Lower Silesia, SW Poland. - Prace Muz.Ziemi., 36: 8-104, 34 Abb., 16 Tab., 57 Taf., Warszawa

JÄCKEL, R. & GREGOR, H.-J. (2014): *Molassoterrindusia heyngii* nov. gen. et sp. - Erstnachweis mittelmiozäner Köcherfliegen (Trichoptera) aus der Oberen Süßwassermolasse von Pfaffenzell (Krs. Augsburg, Schwaben).- Documenta naturae, 196, Teil 1: 1-25, 3 Abb., 2 Tab., 2 Taf., München

JUNG, W. (1963): Blatt- und Fruchtreste aus der Oberen Süßwassermolasse von Massenhausen, Kreis Freising (Oberbayern). - Palaeontographica, B, 112: 119-166, Taf. 33-37, 15 Abb., 6 Tab., Stuttgart

KNAUST, D. (2013): The ichnogenus *Rhizocorallium*: Classification, trace makers, palaeoenvironments and evolution.- Earth-Science Reviews 126:1–47, 33 figs.

KNOBLOCH, E. (1986): Die Flora aus der Oberen Süßwassermolasse von Achldorf bei Vilsbiburg (Niederbayern). - Documenta naturae, **30**: 14-48, 20 Taf.; München

KNOBLOCH, E. (1988): Neue Ergebnisse zur Flora aus der Oberen Süßwassermolasse von Aubenham bei Ampfing (Krs. Mühldorf am Inn). - Documenta naturae, **42**: 2-27, 14 Taf.; München

LEMCKE, K. (1988): Geologie von Bayern I.: Das bayerische Alpenvorland vor der Eiszeit. - 175 S., Stuttgart

RIEDERLE, R., GREGOR, H.-J. & SEEHUBER, U. (2014): Zwei altersverschiedene miozäne Makro-Floren aus der Oberen Süßwassermolasse von Derndorf (Kirchheim i. Schwaben, Unterallgäu).- Documenta naturae, 196, Teil 1: 27-57, 3 Abb., 4 Tab., 6 Taf., München

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

SCHMIDT, CH. (1976): Obermiozäne Flora von Derching bei Augsburg. - Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben e.V., 80, 3-4: 53-56, 12 Abb., Augsburg

SCHMIDT, CH. (1980): Ein Profil von pflanzenführenden Schichten der Sandgrube Derching. - Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben e.V., 84, 1-2: 13-15, 1 Abb., Augsburg

TRAUTWEIN, J. & GREGOR, H.-J. (1989): Erstnachweis von *Eucommia europaea* MÄDLER in der Oberen Süßwasser-Molasse in Bayern (Hilpoldsberg, Krs. Augsburg).- Kurzmitteilungen II, Documenta naturae, 46: 52-54, 1 Abb., 2 Taf., München

Tafeln

(Abkürzungen: NMA = Naturmuseum Augsburg)

Bilder von Autor GREGOR auf folgenden Exkursionen:

Exkursion	Jahr	Bemerkungen
E 1123	Juli 2013	Voruntersuchung, LfU,
E 1138	Juni 2014	Grabungen M. SACHSE und H. SCHMITT
E 1140	Juli 2014	Grabung, Bagger, TV, Koll. LfU (MURR, SCHMIDT), Grabung Museum (RUMMEL, HENDRIKS)
E 1146	Okt. 2014	Gast U. LIEVEN, Grabung

Tafel 1

Fig. 1-3: Sand- und Kiesgrube BAUR, Rehrosbach

Fig. 1: Ansicht der Aufschlusswand mit blattführender Mergellage und Kollegen vor Ort

Fig. 2: Durch Bagger freigeschobene Fläche in der Grube, Vorbereitung zur Grabung

Fig. 3: H. SCHMITT und M. SACHSE bei der Grabung auf fossile Blätter im Mergelhorizont

Fig. 4-7: Erste Funde fossiler Blätter im Mergel der Grube in Rehrosbach

Fig. 4: Ausbeute der Grabung – ein Überblick

Fig. 5: *Liquidambar*-Blatt mit schwarzem Mangan auf der Sedimentplatte NMA, Inv. Nr. 2016-14/2182

Fig. 6: heller Blattabdruck ohne Eisen- oder Manganüberzug, ein Platanenrest; NMA, Inv. Nr. 2016-15/2182

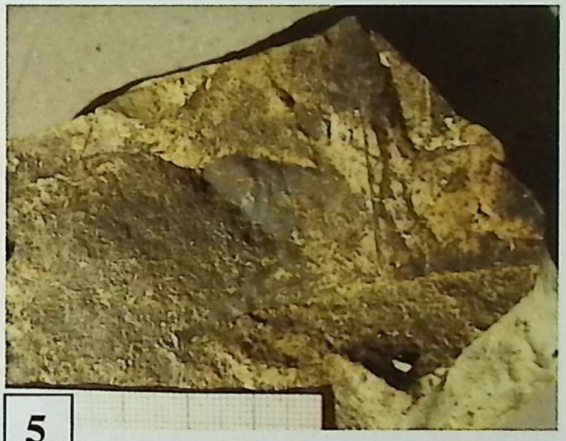
Fig. 7: laurophylles Blatt original im Gelände, NMA, Inv. Nr. 2016-16/2182

Tafel 1

1

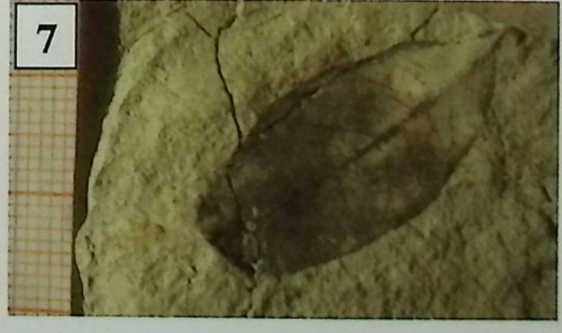
4

2


5

6

3


7

Tafel 2

Fig. 1-5: rote Schmitzen bzw. Tonbatzen als Umlagerungsprodukte im Sediment der Kiesgrube BAUR in Rehrosbach

Fig. 1: originales Bild einer umgelagerten Tonschmitze im Kies

Fig. 2: Vergrößerung von Fig. 1, gereinigt

Fig. 3: Geröll aus umgelagerten roten Ton in unruhiger Lagerung

Fig. 4: Aufarbeitungslage mit grünen Tonschmitzen

Fig. 5: rote Schmitze auf Planum

Fig. 6: Museumsleiter Dr. M. Rummel (Naturmuseum Augsburg) mit fossilen Blättern auf der Grabung

Tafel 2

Tafel 3

Fig. 1: Baggereinsatz und Fernsehteam vor Ort in der Kiesgrube BAUR

Fig. 2: Präparatorin J. HENDRIKS vom Naturmuseum Augsburg beim Einpacken des ausgegrabenen Materials

Fig. 3: Fernsehteam und Koll. Doppler mit Rucksack (rechts) bei der Besprechung

Fig. 4: deutliches Blatt von *Liquidambar europaea,* (NMA, Inv.Nr. 2016-17/2204)

Fig. 5: Abdruck einer Fischschuppe im Mergel, NMA, Inv. Nr. 2016-18/2182

Fig. 6: Frisches Blatt von einer Hamamelidacee, einem Zaubernussgewächs (*Parrotia persica*) im Gelände

Tafel 3

1

2

3

4

5

6

Tafel 4

Fig. 1-7: Kiesgrube BAUR, Rehrosbach

Fig. 1: Kollege U. LIEVEN (RWE) als Gast in der Grube beim Sammeln

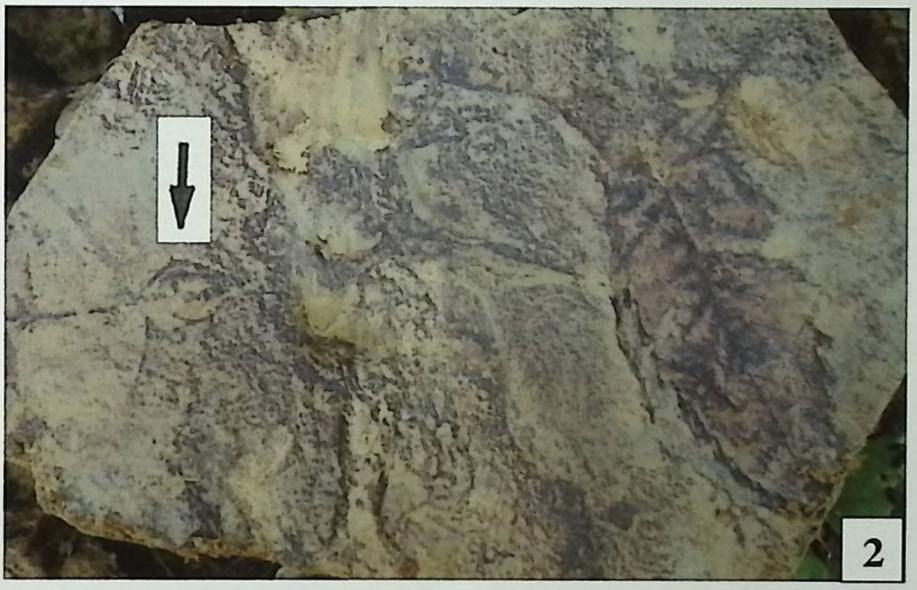
Fig. 2-4: Sedimentplatte mit Blatt (*Quercus pseudocastanea,* rechts) und Frucht (cf. *Paulownia inopinata*, ex Coll. U.LIEVEN (Pfeil), NMA, Inv.Nr. 2016-18/2233)
Fig. 3: Vergrößerung der *Paulownia*-Kapsel von Fig. 2 (Positiv),
Fig. 4: Vergrößerung der *Paulownia*-Kapsel von Fig. 2 (Negativ)

Fig. 5: gut erhaltenes laurophylles Blattbruchstück mit Stiel, deutlicher Nervatur und glattem Rand, NMA, Inv. Nr. 2016-19/2182

Fig. 6: blattführende Schicht im Kies, freigelegt

Fig. 7: Leguminophyllum sp. – Blättchen einer Leguminose gen. indet. (cf. *Gleditsia* sp.), NMA, Inv. Nr. 2016-20/2182

Tafel 4



Tafel 5

Fig. 1: *Ulmus minuta*, (vel *Pterocarya* sp.), NMA, Inv. Nr. 2016-21/2182

Fig. 2: *Quercus* ex grupo *kubinyi,* NMA, Inv. Nr. 2016-22/2182

Fig. 3: Vergrößerung der Stachelspitzen am Blattrand, von Fig. 2

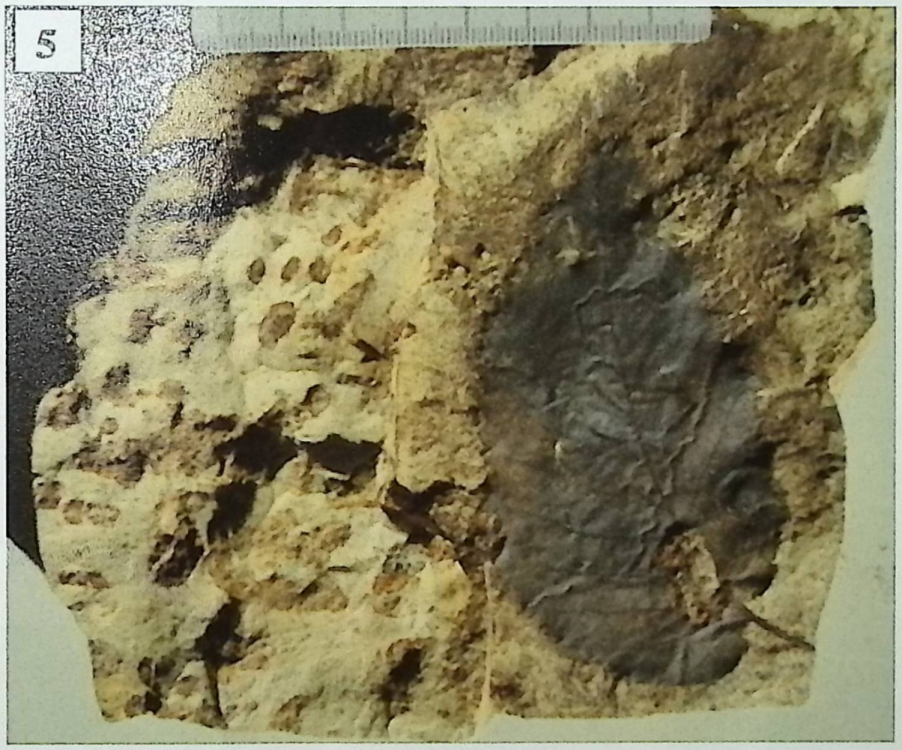
Fig. 4: *Quercus pseudocastanea* mit breiten Stachelspitzen, NMA, Inv. Nr. 2016-23/2204

Fig. 5: *Ulmus ruszowensis*, auf Sedimentplatte mit Ephemeropterenbauten, ein Grabgang im Blatt am unteren Basisrand, NMA, Inv. Nr. 2016-24/2204

Fig. 6: *Ulmus ruszowensis* mit grob gezacktem Rand Vergrößerung von Fig. 4,

Fig. 7: *Populus* sp., NMA, Inv. Nr. 2016-25/2182

Tafel 5



Tafel 6

Fig. 1: Blätter von *Acer tricuspidatum* (links) und *Liquidambar europaea* (rechts) mit schwarzem Manganüberzug, NMA, Inv. Nr. 2016-26/2182

Fig. 2: *Fraxinus stenoptera*, NMA, Inv. Nr. 2016-27/2182

Fig. 3: *Laurophyllum* sp., NMA, Inv. Nr. NMA, Inv. Nr. 2016-28/2182

Fig. 4: Rest von *Sapindus falcifolius*, NMA, Inv. Nr. 2016-29/2182

Fig. 5: *Quercus* sp., (*Quercus pontica-miocenica*), Kupula mit Druck und Gegendruck, NMA, Inv. Nr. 2016-30/2182

Fig. 6: *Leguminophyllum*-Blättchen, NMA, Inv. Nr. 2016-31/2182

Fig. 7: *Salix lavateri*, NMA, Inv. Nr. 2016-32/2182

Fig. 8: *Palaeocortex platanoides* GREGOR 2016, Rinde, sicher von einer Platane, NMA, Inv. Nr. 2016-33/2182

Fig. 9: Vergrößerung von Taf. 7, Fig. 4, *Zelkova zelkovaefolia*, NMA, Inv. Nr. 2016-34/2182

Tafel 6

Tafel 7

Fig. 1: *Platanus acerifolia*, NMA, Inv. Nr. 2016-35/2182

Fig. 2: *Platanus acerifolia*, NMA, Inv. Nr. 2016-36 /2182

Fig. 3: *Platanus acerifolia*, Vergrößerung der Randzacken, Inv. Nr. 2016-37 /2182

Fig. 4: Sedimentplatte mit *Zelkova zelkovaefolia* und *Leguminophyllum*-Blättern, NMA, Inv. Nr. 2016-34/2182

Fig. 5: Vergrößerung von Fig. 4, *Leguminophyllum* sp.,

Tafel 7

Tafel 8

Fig. 1, 2: Flußmuschel *Unio* sp.

Fig. 1: Undeutlicher Abdruck (Hohlform) einer Unionide im Mergel, NMA, Inv. Nr. 2016-39a /2182

Fig. 2: Gegenseite von Fig. 1 mit Positivform, NMA, Inv. Nr. 2016-39b/2182

Fig. 3: *Palaeocortex platanoides* GREGOR 2016 – sicher eine Platanenrinde, NMA, Inv. Nr. 2016-40/2182

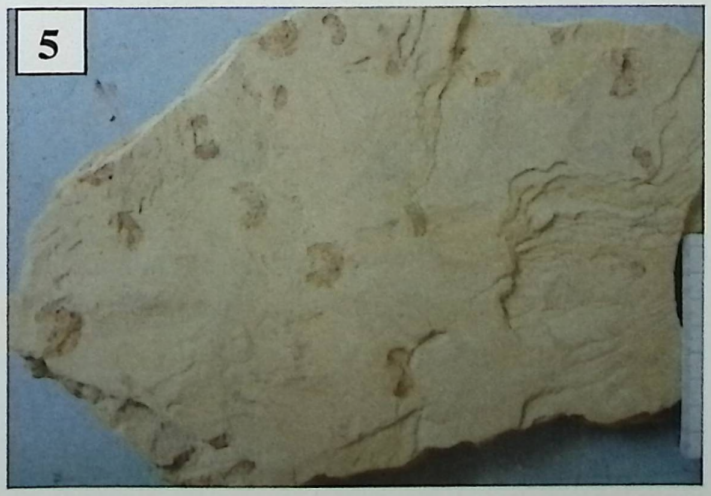
Fig. 4, 5: sandig-mergelige Sedimentplatte mit Ephemeropterenbauten (obere Hälfte durchwühlt, untere Hälfte mit einzelnen Grabgängen, NMA, Inv. Nr. 2016-41/2182

Fig. 4: von oben, unpräpariert

Fig. 5: von unten, Schichtfläche abgeschabt, einzelne Gänge zeigend

Fig. 6: Einseitig ausgebildetes laurophylles Blatt in positiv und negativ, eine Leguminose vortäuschend (*Cercis*, vgl. S. 69), NMA, Inv. Nr. 2016-38/2182

Tafel 8



Documenta naturae	196	Teil 5	S. 41-53	2 Abb.	1 Taf.	München	2016

Ein fossiler Libellenflügel (Odonata, *Macromia*) von der Fundstelle Rehrosbach/Eurasburg (Krs. Augsburg)

R. JÄCKEL

Adresse der Autorin:
Dr. Regina Jäckel, Naturmuseum Augsburg, Im Thäle 3, 86152 Augsburg;
E-Mail: Regina.Jaeckel@augsburg.de

Zusammenfassung

Neben fossilen Blättern fand sich in der Kies- und Sandgrube Hans BAUR GmbH in Rehrosbach/Eurasburg (Krs. Augsburg) der fossile Flügel einer Großlibelle (Anisoptera) mit einer Flügelspannweite von etwa 80mm. Dieser seltene Fund ist in einem guten Erhaltungszustand, die Flügeladerung ist nahezu vollständig erhalten. Anhand der Merkmale der Flügeladerung kann der Flügel der Libellenfamilie Macromiidae und darin der rezenten Gattung *Macromia* zugeordnet werden. In Europa ist diese Gattung heute nur noch im Südwesten (Mittelmeerraum) mit einer einzigen endemischen Art (*Macromia splendens*) vertreten. In Nordamerika, Afrika, Asien und Australien kommen rezent weitere verwandte Arten vor.

Summary

Aside from fossil leaf imprints the gravel pit Hans BAUR GmbH in Rehrosbach/Eurasburg (Krs. Augsburg) yielded a fossil wing of dragonfly (Anisoptera) with a wingspan of approximately 80mm. This rare finding is in a good state of preservation, the wing venation is almost completely conserved. On the basis of the venation, the fossil can be assigned to the dragonfly family Macromiidae and to the recent genus Macromia. Today, in Europe, the genus *Macromia* is very local and found only in the south-west (in the Mediterranean area) where it is represented by the endemic species M. splendens. However, several other recent species are widely distributed in North America, Africa, Asia and Australia.

Schlüsselworte: Libelle, Odonata, *Macromia*, Flügeladerung

Key words: dragonfly, Odonata, *Macromia*, wing venation

Inhalt	Seite
1 Einleitung	42
1.1 Libellen, Odonata	43
1.2 Libellenfauna in Europa	45
2 Der fossile Libellenflügel	45
3 Rezente Vergleichsformen	47
3.1 Die Familie Macromiidae TILLYARD, 1917 (Odonata, Libelluloidea)	47
3.2 Die Gattung *Macromia* RAMBUR, 1842 (Macromiidae)	48
4 Schlussbemerkungen	49
Literaturverzeichnis	49
Tafeln	53

1 Einleitung

Neben wenigen anderen Überresten von Tieren fanden HENDRIKS, GREGOR und SEEHUBER in der Kies- und Sandgrube Hans BAUR GmbH in Rehrosbach/Eurasburg (Krs.Augsburg) (vgl. Näheres in GREGOR & MURR, diese Ausgabe) einen nahezu vollständigen Abdruck (mit Gegenabdruck) des Flügels einer Großlibelle (Anisoptera, Odonata; NMA, Inv.-Nr. 2016-42/2182). Die Flügeladerung ist bei diesem Fossil so gut erhalten, dass weitreichende Aussagen hinsichtlich der Taxonomie möglich sind. Da sich die

Flügeladerung bei den unterschiedlichen Libellenarten stark unterscheidet, kann sie als Bestimmungs-merkmal zur systematischen Einordnung verwendet werden.

1.1 Libellen, Odonata

Die Insektenordnung Odonata FABRICIUS, 1793 wird unterteilt in die drei Unterordnungen Zygoptera (Kleinlibellen), Anisoptera (Großlibellen) und Anisozygoptera (in erster Linie fossil bekannt; je eine rezente Art in Japan und im Himalaya). Die Anisozygoptera werden im Folgenden nicht weiter behandelt.

Die Unterordnungen Zygoptera und Anisoptera lassen sich leicht anhand ihrer Flügel voneinander unterscheiden. Die beiden Flügelpaare der Zygoptera (Kleinlibellen) sind in Form, Größe und Aderung nahezu identisch und werden in Ruhestellung über dem Hinterkörper zusammengeklappt. Anisoptera (Großlibellen) sind meist größer und kräftiger gebaut als die Kleinlibellen. Sie haben wesentlich größere Facettenaugen, die bei vielen Arten in der Kopfmitte zusammenstoßen. Die Hinterflügel sind meist etwas breiter als die Vorderflügel, insbesondere an der Basis. In Ruhestellung werden die Flügel seitlich vom Körper ausgebreitet, manchmal etwas nach unten gerichtet. Anisoptera sind geschickte und ausdauernde Flieger. Es gibt Wanderarten, die große Strecken überwinden. Die Flügeladerung ist sehr reichhaltig ausgebildet. Das auffälligste Flügelmerkmal ist das Flügeldreieck nahe der Basis von Vorder- und Hinterflügel. Es spielt eine Rolle bei der Unterscheidung der Familien. Zu den Anisoptera gehören die Überfamilien Libelluloidea (mit den Familien Chlorogomphidae, Corduliidae, Macromiidae, Libellulidae, Synthemistidae), die Überfamilie Cordulegastroidea (mit der Familie Cordulegastridae) und die Überfamilie Aeshnoidea (mit den Familien Aeshnidae, Austropetaliidae, Gomphidae, Neopetaliidae, Petaluridae).

Libellen gehören zu den ältesten Fluginsekten. Der Fossilbericht für den Großteil der modernen Familien reicht zurück bis ins Jura beziehungsweise in die Kreidezeit (GRIMALDI & ENGEL 2005). Trotz dieses erdgeschichtlich hohen Alters bilden die Libellen noch heute eine sowohl arten- als auch individuenreiche Ordnung der Insekten. Über 5900 rezente sowie etwa 600 fossile Arten sind bekannt (DIJKSTRA et al. 2013, KALKMAN et al. 2008, TOL 2016). Etwa 120 Arten kommen heute in Europa vor (DIJKSTRA 2014).

Zusammen mit den Ephemeroptera (Eintagsfliegen) stellen die Odonata die einzigen rezenten Palaeoptera (Altflügler). Da ihnen das Flügelgelenk der Neoptera (Neuflügler) fehlt, sind die Palaeoptera nicht in der Lage, ihre Flügel in Ruhestellung nach hinten umzulegen.

Libellen sind räuberische Großinsekten. Die Imagines haben stark ausgebildete, beißend-kauende Mundwerkzeuge. Sie sind Flugjäger mit zahlreichen Anpassungen an die Jagd wie die Umbildung der Beine zu einem sogenannten Fangkorb (die Beine sind zum Laufen nicht geeignet, sie weisen nach vorne), ungewöhnlich großen Facettenaugen und die bewegliche Aufhängung des Kopfes. Die Antennen sind sehr kurz. Alle Arten besitzen vier große, starre, mehr oder weniger gleichartige Flügel, die unabhängig voneinander bewegt werden können. Dies ermöglicht schnelle, wendige und äußerst präzise Bewegungen. Die Flugmuskeln sitzen direkt an den Flügeln an, ein Merkmal, das die Libellen von fast allen anderen Insekten unterscheidet. Dadurch kann die Libelle auf der Stelle in der Luft stehen, plötzliche Richtungswechsel vornehmen und mitunter auch rückwärts fliegen.

Die Aderung der Flügel ist kennzeichnend für die Ordnung Odonata. Sie ist sehr komplex und weist auf eine lange evolutionäre Entwicklungsgeschichte hin (CARPENTER 1992). Verwechslungsmöglichkeiten bestehen einzig mit der Ordnung Neuroptera (Planipennia, Netzflügler), deren Flügel jedoch kein Flügeldreieck aufweisen (das Flügeldreieck - auch: Dikoidalzelle/n - ist eine auffällige Zelle oder Gruppe von Zellen in der Nähe der Basis der Flügel der Großlibellen).
Die Flügel sind netzartig geädert und weisen zahlreiche Versteifungen auf. Auffällig ist die dreidimensionale Faltung der Flügelflächen, wobei die Längsadern die Längsfalten bilden. Diese Faltblattstruktur führt zu einer besseren Stabilität der Flügel.
Die Längsadern und die größeren Queradern haben Namen (vgl. z.B. ASKEW 1988). Es werden fünf Hauptlängsadern unterschieden. Dort, wo die zweite Hauptlängsader (Subcosta) auf die Flügelvorderkante trifft, befindet sich der Nodus (Knotenpunkt). Der Nodus ist eine Querverstärkung am Flügelvorderrand. Er bietet Unterstützung bei Längsbeanspruchung und verhindert so das Abknicken des Flügels (NORBERG 1975).
Alle Libellen weisen nahe der Flügelspitze ein dunkles oder farbiges Pterostigma auf. Es handelt sich um ein vergrößertes Flügelfeld, dem ebenfalls eine Funktion bei der Stabilisierung der Flügel beziehungsweise des Fluges zukommt. Es funktioniert als Unwucht und verhindert das durch Luftströmungen verursachte Flattern der Flügelspitze (NORBERG 1972).

Bei allen Libellenarten steht das Gewässer im Mittelpunkt, denn es ist der Lebensraum ihrer Larven und somit für die Fortpflanzung unverzichtbar. Manche Arten können verschiedene Gewässertypen besiedeln, andere sind stenök. Viele Libellen unterscheiden strikt zwischen stehenden und fließenden Gewässern. So sind etwa Coenagrionidae (Schlanklibellen) und Libellulidae (Segellibellen) an Stillgewässer gebunden. Viele Arten tolerieren starke Schwankungen des Wasserspiegels beziehungsweise das Austrocknen des Gewässers nicht, während andere gerade davon profitieren, dass temporäre Gewässer frei von Prädatoren sind. Die Vegetation des Gewässers schließlich schafft variable Kombinationen von Mikrohabitaten. Submerse und emerse Pflanzen, Schwimmpflanzen sowie Uferpflanzen dienen sowohl Larven als auch Imagines als Lebensraum (DIJKSTRA 2014). Libellen sind folglich am häufigsten an ihren Fortpflanzungsgewässern zu finden. Viele Arten, insbesondere Großlibellen, kommen während der Reifeflugphase auch weitab von Gewässern vor, wo sie nach Nahrung suchen. Daher spielt auch die Umgebung eine wichtige Rolle. Erst die geschlechtsreifen Tiere kehren zum Gewässer zurück, um sich fortzupflanzen. Dies betrifft insbesondere die Weibchen; sie suchen das Gewässer nur zur Paarung und zur Eiablage auf (CORBET 1999).

Die Larven der Libellen sind, ebenso wie die Imagines, räuberisch. Sie verfügen über einen Fangapparat, die sogenannte Fangmaske, die von dem umgestalteten Labium („Unterlippe“) gebildet wird. Sie erbeuten wirbellose Tiere, aber auch kleine Wirbeltiere wie Kaulquappen und kleine Fische. Die Atmung erfolgt bei den Larven der Großlibellen mit Tracheenkiemen im Enddarm, bei den Larven der Kleinlibellen mit Hilfe von drei blattförmigen Anhängen am Hinterleibsende. Die letzte Häutung (Imaginalhäutung) findet außerhalb des Wassers statt.

Während die Entwicklung der Larven vom Schlupf aus dem Ei bis zur Imago Monate bis mehrere Jahre dauert, beträgt die durchschnittliche Lebensdauer der Imagines wenige Tage bis einige Wochen. Vor allem bei den Großlibellen können einzelne Individuen ein Alter von mehreren Monaten erreichen (KALKMAN 2008).

1.2 Libellenfauna in Europa

Die rezente Libellenfauna in Europa ist, verglichen mit Asien oder Nordamerika, deutlich ärmer an Arten (NEEDHAM et al. 2000). Die Ursache hierfür ist wahrscheinlich die starke Vergletscherung während der Eiszeiten. So ist die Fauna in vielen Gebieten relativ jung: die jüngste Eiszeit endete vor etwa 10.000 Jahren. Im Miozän, vor ca 7 bis 24 Mio. Jahren, war das Klima in Mitteleuropa hingegen subtropisch, bevor es im Pliozän gemäßigten Verhältnissen wich (WILDERMUTH 2008). Es ist anzunehmen, dass die Libellen in größeren Artenzahlen auftraten als heute (HEER 1865).

Aus den Vereisungen während der Eiszeiten ergaben sich typische Verbreitungsmuster mit südlichen, nördlichen und östlichen Arten. Das Mittelmeergebiet war während der Eiszeiten von Gletschern frei. Hier konnten manche Arten überleben, die in Mitteleuropa durch die von Skandinavien und den Alpen her vordringenden Eismassen ausgelöscht wurden. Von hier aus sowie von Osten wurde Mitteleuropa nach seiner Wiedererwärmung neu besiedelt. Einige Arten blieben jedoch auf die Refugialgebiete im westlichen Mittelmeerraum beschränkt (CORDERO RIVERA 2000, KALKMAN et al. 2008). Kältetolerante Arten hingegen konnten in Kaltzeiten ihr Verbreitungsgebiet vergrößern, waren jedoch andererseits bei Klimaerwärmung beschränkt auf höhere Breitengrade und größere Höhenlagen (LOHMANN 1992, STERNBERG 1998).

2 Der fossile Libellenflügel

Die Länge des Flügels beträgt 40,5 mm, die Breite 12,2 mm. Der Abstand von der Flügelbasis bis zum Nodus beträgt 17,2 mm, vom Nodus bis zum Apex 23,2 mm. Der Abstand zwischen Nodus und Pterostigma beträgt 17,9 mm, vom Pterostigma bis zum Apex 5,1 mm.

Abdruck und Gegenabdruck des Flügels lassen Umrisse und Flügeladerung bis ins Detail erkennen (Taf. 1, Fig. 1 und Abb. 1). Lediglich die Spitze des Flügels ist beschädigt. Zu dieser Beschädigung kann es schon zu Lebzeiten des Tieres gekommen sein. Die Flügeladerung zeigt die für Libellen typische netzartige Komplexität. Deutlich zu erkennen sind Flügeldreieck, Pterostigma und Nodus (Abb. 1) sowie die für Libellen typische Längsfaltung des Flügels. Diese dreidimensionale Struktur führt dazu, dass einige Merkmale (zum Beispiel das Flügeldreieck und die Anzahl der Antenodalqueradern) erst bei seitlicher Betrachtung unter dem Binokular sichtbar sind.

Das Vorhandensein eines Flügeldreiecks kennzeichnet das Fossil als Flügel einer Großlibelle (Anisoptera). Es handelt sich um einen Hinterflügel, wie anhand der breiten Flügelbasis zu erkennen ist. Es lässt sich außerdem feststellen, dass es sich um den Flügel eines weiblichen Tieres handelt. Die körpernahe Hinterkante des Hinterflügels ist abgerundet (nicht winklig, wie bei vielen männlichen Anisoptera). Das eindeutige Merkmal aber ist das Fehlen eines Analdreiecks. Männliche Anisoptera (mit Ausnahme der Gattung *Anax*, Königslibellen und

allen Arten der Familie Libellulidae, Segellibellen) besitzen ein Analdreieck, ein auffälliges, dreieckiges Feld an der Hinterflügelbasis direkt neben der Membranula (die Membranula ist eine annähernd dreieckige, undurchsichtige Membran hinter der Flügelbasis). Da es sich hier, wie anhand der Flügeladerung eindeutig feststellbar, weder um einen Vertreter der Gattung *Anax* noch um eine Libellulidae handelt (Analschleife nicht stiefelförmig; siehe unten), kann davon ausgegangen werden, dass der Flügel von einem weiblichen Individuum stammt.

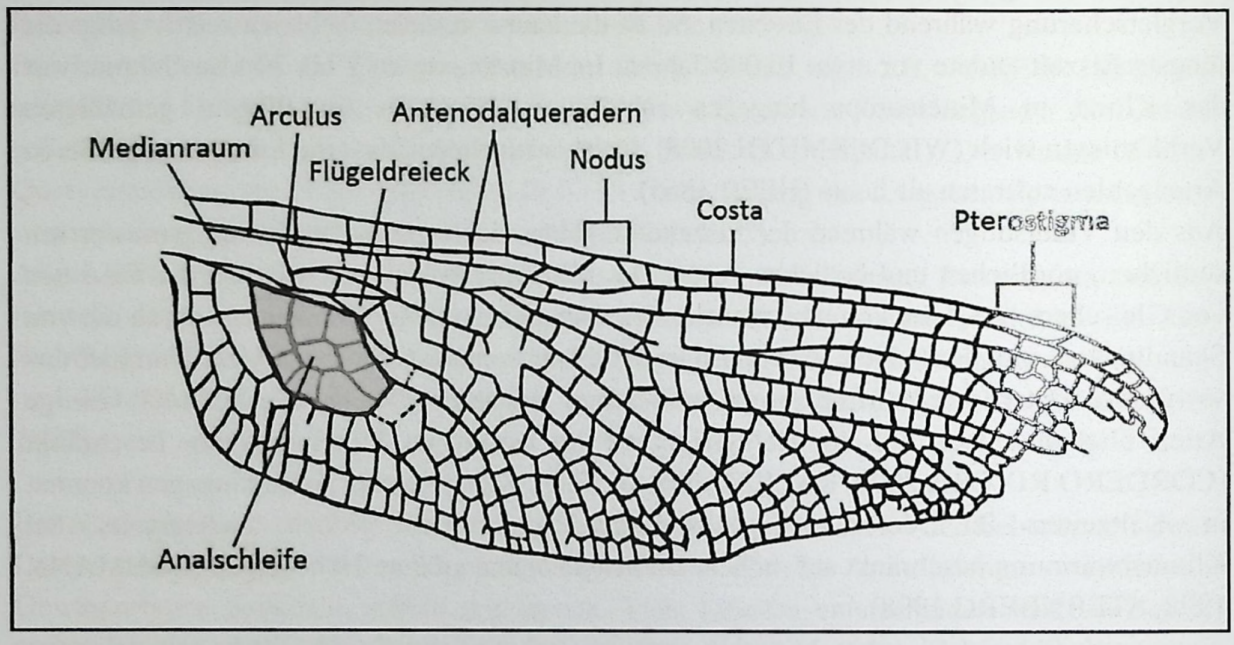


Abb. 1: Nach dem Original angefertigte Zeichnung des fossilen Libellenflügels mit Kennzeichnung der wichtigsten Merkmale der Flügeladerung (vgl. Taf. 1, Fig. 1).

Der Flügel weist die für Arten der Überfamilie Libelluloidea typischen Merkmale der Flügeladerung auf (für alle hier genannten Merkmale vgl. Abb. 1 und Abb. 2). Das Flügeldreieck verläuft parallel zur Flügellängsachse. Der Arculus (eine dicke Querader, die zentral in der Nähe der Flügelbasis liegt) ist ungebrochen, die Antenodalqueradern (Queradern, die zwischen Flügelbasis und Nodus senkrecht zur Flügelvorderkante verlaufen) von Costa und Subcosta (zweite Hauptlängsader nach der Costa) fallen zusammen, und die Radialsektoren (vom Arculus abzweigende Längsadern) sind nur auf kurzer Strecke verwachsen. Primäre Antenodalqueradern sind nicht vorhanden, das heißt, die Antenodalqueradern sind alle gleich stark. Sie kreuzen eine Längsader und stehen in einer Linie. Diese Merkmale weisen auf eine Zugehörigkeit zu einer der Familien Corduliidae (Falkenlibellen), Libellulidae (Segellibellen) oder Macromiidae hin. Die Analschleife ist jedoch nicht stiefelförmig, wie bei allen Libellulidae, sondern annähernd quadratisch. Dies ist, zusammen mit dem vorgenannten Merkmal, ein Merkmal der Corduliidae sowie der Macromiidae (WALKER & CORBET 1975).

Die Anzahl der cubitalen Queradern (Queradern zwischen Flügeldreieck und Flügelbasis, Abb. 2) geben hier bereits Auskunft über die Zugehörigkeit zu der Gattung *Macromia* (dt.:

Flussherrscher, auch: Flusskreuzer, Familie Macromiidae TILLYARD, 1917): es können zwischen Flügeldreieck und Flügelbasis insgesamt drei cubitale Queradern gezählt werden. Dies ist ein gattungstypisches Merkmal.

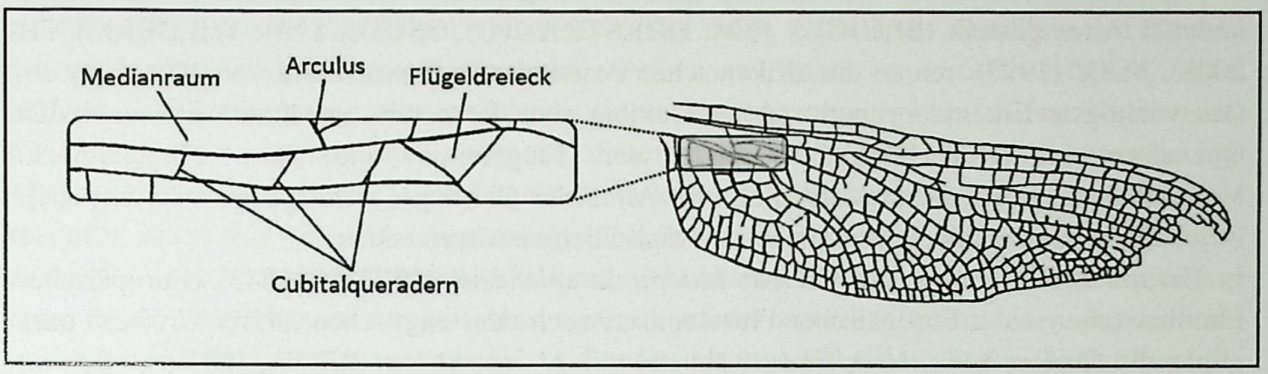


Abb. 2: Nach dem Original angefertigte Detailzeichnung des Bereiches zwischen Flügeldreieck und Flügelbasis.

Die von der Analschleife eingeschlossene Fläche ist mehr oder weniger quadratisch und besteht aus neun Zellen. Diese Form der Analschleife ist ein zusätzliches Merkmal, das – in Kombination mit dem bereits genannten Merkmal – die Gattung *Macromia* kennzeichnet (ASKEW 1988).

3 Rezente Vergleichsformen

3.1 Die Familie Macromiidae TILLYARD, 1917 (Odonata, Libelluloidea)

In der Familie der Macromiidae finden sich folgende Gattungen: *Didymops* RAMBUR, 1842; *Epophthalmia* BURMEISTER, 1839; *Macromia* RAMBUR, 1842 und *Phyllomacromia* SELYS, 1878. Die Familie wurde ursprünglich als Unterfamilie der Coduliidae geführt, die Coduliidae mit den Libellulidae als Libelluloidea zusammengefasst (TILLYARD & FRASER 1939-1940).

Corduliidae, Libellulidae und Macromiidae unterscheiden sich vor allem durch die Form der Analschleife im Hinterflügel. Diese ist bei Macromiidae kurz und beinahe kreisförmig beziehungsweise mehr oder weniger quadratisch. Sie weist keine Mittelrippe auf. Bei Corduliidae und Libellulidae hingegen ist die Analschleife lang und besteht aus zwei Zellreihen mit einer Mittelrippe. Bei den Corduliidae ist sie mehr oder weniger, bei den Libellulidae deutlich stiefelförmig. Bei Macromiidae sind zudem die Radialsektoren beim Arculus am Anfang verwachsen und scheinen gestielt, und das Flügeldreieck des Hinterflügels ist vom Arculus getrennt (Abb. 1 und Abb. 2). Die Supplemente wie zum Beispiel Rspl (Radialsupplementader; Längsadern ohne klaren Anfangs- und Endpunkt) fehlen, bei den Corduliidae und den Libellulidae sind wenige bis viele vorhanden.

Die Imagines der Macromiidae sind, wie auch die der Corduliidae, besonders schnelle und wendige Flieger. Den größten Teil ihrer aktiven Zeit verbringen sie in der Luft, wo sie vor allem Dipteren (Fliegen und Mücken) erbeuten. Die Larven entwickeln sich in ruhigen und schlammigen Bereichen großer Ströme (HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 1993).

3.2 Die Gattung *Macromia* RAMBUR, 1842 (Macromiidae)

Die Gattung *Macromia* wurde ursprünglich in der Unterfamilie Macromiinae der Familie Corduliidae (Falkenlibellen) geführt (s.o.). In neueren Arbeiten werden die Gattungen *Macromia* und auch die ähnliche *Oxygastra* eigenen Familien zugeordnet (BECHLY 1996, LOHMANN 1996). In die weltweit verbreitete Gattung *Macromia* werden heute zwischen 76 und 121 Arten gestellt (BRIDGES 1994, DIJKSTRA 2005, TSUDA 1991, WILDERMUTH 2008). MAY (1997) trennte die afrikanischen Arten als *Phyllomacromia* von *Macromia* ab. Das wichtigste Erkennungsmerkmal der Gattung sind die bereits erwähnten drei cubitalen Queradern im Hinterflügel, zwischen der Flügelbasis und dem Flügeldreieck. Verwechslungsgefahr besteht allenfalls mit Arten der Gattung *Cordulegaster* (Corduliidae), welche jedoch eine abweichend geformte Analschleife besitzen (s.o.).

In Europa kommt rezent nur die Art *Macromia splendens* (PICTET, 1843) (Europäischer Flussherrscher, auch Europäischer Flusskreuzer, nach dem englischen „River Cruiser" oder „Splendid Cruiser") vor. *M. splendens* ähnelt stark *M. amphigena* SELYS, 1871 ssp. *frenata* MARTIN, 1906 (Sibirischer Flussherrscher). Es bestehen jedoch wesentliche Unterschiede hinsichtlich des Verbreitungsgebietes: *M. amphigena frenata* kommt nur in Zentralasien und in Russland vor (KOSTERIN 2005, HARITONOV & MALIKOVA 1998).

M. splendens hingegen ist ein seltener Endemit Südwesteuropas. Es handelt sich um eine Art des Mittelmeergebietes. Nachweise gibt es lediglich aus Südfrankreich, Spanien und Portugal. In Nordamerika, Afrika, Indien, China, Japan, Malaysia, Indonesien und Australien kommen weitere verwandte Arten vor.

Es handelt sich um relativ große Libellen mit einer Körperlänge von 70 bis 75 mm (ASKEW 1988). Die Flügelspannweite beträgt 80 bis 100 mm. Das Abdomen ist 48 bis 55 mm lang und distal keulig verdickt. Typisch ist die Färbung; sie macht die Art unverkennbar: Die Augen sind leuchtend grün, der Thorax weist einen metallisch grünen Glanz auf. Das Abdomen ist schwarz mit gelben Querstreifen und Ringen (WALKER & CORBET 1975).

Macromia splendens jagt meist abseits von Gewässern (GRAND 2002, HILTON 1983, KNAUS 1999, ROWE 1988, TIENSUU 1935), etwa an Waldrändern, aber auch über Brachland, aber maximal 250m vom Wasser entfernt (GRAND 2002). Sie bevorzugt strömungsarme Bereiche an warmen, sauberen Fließgewässern (BILEK 1969, TIBERGHIEN 1985, LEIPELT et al. 2001, GRAND 2002, LOHR 2007, CHELMICK 2007) mit spärlicher oder fehlender (submerser und emerser) Vegetation (CORDERO RIVERA 2000) mit überhängenden Bäumen. Männchen patrouillieren über dem Wasser am Ufer entlang (SCHÜTTE & SUHLING 1997).

Es herrscht Ungewissheit darüber, wie lange die heutigen Arten der Gattung *Macromia* bereits existieren, denn da gewöhnlich nur Flügel oder Teile von Flügeln fossil erhalten bleiben, kann eine Artbestimmung bei den Überresten nicht vorgenommen werden. Hierzu werden Merkmale der Abdominalanhänge, der Genitalstrukturen und der Färbung des Körpers benötigt. So ist beispielsweise ungewiss, ob es sich bei dem der rezenten Art *Macromia amphigena* zugeschriebenen Fund aus dem Pleistozän Japans (ASAHINA 1959) tatsächlich um diese Art handelt (WILDERMUTH 2008).

4 Schlussbemerkungen

Der gute Erhaltungszustand ermöglicht es, den fossilen Flügelabdruck der rezenten Gattung *Macromia* (Macromiidae, Anisoptera) zuzuordnen. Zur Artbestimmung fehlen jedoch wesentliche morphologische Merkmale, wie etwa Abdominalanhänge, Genitalstrukturen und Körperfarben, aber auch Merkmale des Vorderflügels. Erschwerend kommt hinzu, dass bei Libellen die Aderung der Flügel variabel ist, das heißt, Individuen derselben Art können bezüglich ihrer Flügeladerung Unterschiede aufweisen. Daher ist es nicht möglich, allein anhand der Flügeladerung eine gesicherte Artbestimmung vorzunehmen. Eine Bestimmung über die Gattung hinaus soll daher an dieser Stelle nicht vorgenommen werden. Die Merkmale der Aderung des Hinterflügels allein legen jedoch nahe, dass es sich um eine den rezenten Arten wie etwa *Macromia magnifica* (Nordamerika) oder *M. splendens* (Europa) zumindest sehr ähnliche Art handelt. Es kann nicht ausgeschlossen werde, dass sie sogar mit einer der heute bekannten europäischen, asiatischen oder amerikanischen Arten identisch ist. Aus diesem Grund wird darauf verzichtet, für den fossilen Flügel aus Rehrosbach eine neue Art zu beschreiben.

Literaturverzeichnis

ASAHINA, S. (1959): On a fossil dragonfly wing from the Pleistocene of Shiobara, Central Japan. Kontyû 27: 63-65.

ASKEW, R.R. (1988): The Dragonflies of Europe. Harley Books, Martins, Great Horkesley, Colchester, Essex CO6 4AH, England.

BECHLY, G. (1996): Morphologische Untersuchungen am Flügelgeäder der rezenten Libellen und deren Stammgruppenvertreter (Insecta; Pterygota; Odonata) unter besonderer Berücksichtigung der Phylogenetischen Systematik und des Grundbauplans der Odonata. Petalura, Böblingen, spec. vol. 2: 1-402.

BILEK, A. (1969): Ergänzende Beobachtungen zur Lebensweise von *Macromia splendens* (Pictet 1843) und einigen anderen in der Guyenne vorkommenden Odonata-Arten. Entomol. Z. 79: 117-124.

BRIDGES, C.A. (1994): Catalogue of the family-group, genus-group and species-group names of the Odonata of the world (third edition). Selbstverlag, Urbana. Xlviii + 905 S.

CARPENTER, F.M. (1992): Treatise on invertebrate palaeontology, Part R, Arthropoda 4, Volume 3: Superclass Hexapoda; by F.M. Carpenter. The Geological Society of America, Inc. and The University of Kansas; Boulder, Colorado, and Lawrence, Kansas.

CHELMICK, D.G. (2007): Further observations of *Macromia splendens* (Pictet) in Andalucia, Spain (Anisoptera: Macromiidae). Notul. Odonatol. 6: 109-112.

CORBET, P. S. (1999): Dragonflies - behaviour and ecology of Odonata. Harley Books, Essex, England.

CORDERO RIVERA, A. (2000): Distribution, habitat requirements and conservation of *Macromia splendens* Pictet (Odonata: Corduliidae) in Galicia (NW Spain). Int. J. Odonatol. 3: 73-83.

DIJKSTRA, K.-D.B. (2005): The identity of some widespread and variable *Phyllomacromia* species, with revised grouping of the genus (Anisoptera: Corduliidae). Odonatologica 34: 11-26.

DIJKSTRA, K.-D.B. (2014): Libellen Europas. Der Bestimmungsführer. Haupt, Bern.

DIJKSTRA, K.-D.B., BECHLY, G., BYBEE, S.M., DOW, R.A., DUMONT, H.J., FLECK, G., GARRISON, R.W., HÄMÄLÄINEN, M., KALKMAN, V.J., KARUBE, H., MAY, M.L., ORR, A.G., PAULSON, D.R., REHN, A.C., THEISCHINGER, G., TRUEMAN, J.W.H., TOL, J. van, ELLENRIEDER, N. von, WARE, J. (2013): The classification and diversity of dragonflies and damselflies (Odonata). Zootaxa 3703: 36-45

GRAND, D. (2002): Sur la distribution de *Macromia splendens* (Pictet, 1843) en région méditerranéenne française: complément et synthèse générale. Martinia, numéro hors série 4: 17-22.

GREGOR, H.-J. & MURR, A. (2016): Die miozäne Blatt- und Fruchtflora von Rehrosbach bei Eurasburg (Augsburg) in der westlichen Oberen Süßwasser-Molasse.- Documenta naturae, 196, Teil 5: 1-39, 4 Abb., 7 Tab., 8 Taf., Append., München

GRIMALDI, D. & ENGEL, M. S. (2005): Evolution of the Insects. Cambridge University Press, New York, 772 Seiten.

HARITONOV, A.Yu. & MALIKOVA, E.I. (1998): Odonata of the Russian Far East: a summary. – Odonatologica 27: 375-381.

HEER, O. (1865): Die Urwelt der Schweiz. Schultheiss, Zürich. 622 S.

HEIDEMANN, H. & SEIDENBUSCH, R. (1993): Die Libellenlarven Deutschlands und Frankreichs. Handbuch für Exuviensammler. Verlag Erna Bauer, Keltern.

HILTON, D.F.J. (1983): Reproductive behavior of *Cordulia shurtleffi* Scudder (Anisoptera: Corduliidae). Odonatologica 12: 15-23.

KALKMAN, V.J., CLAUSNITZER, V., DIJKSTRA, K.-D.B., ORR, A.G., PAULSON, D.R., TOL, J. van (2008): Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. Hydrobiologia 595: 351-363.

KNAUS, P. (1999): Untersuchungen zur Emergenz, zur Mobilität und zum Paarungssystem an einer Metapopulation von *Somatochlora alpestris* (Selys 1840) in den Zentralalpen (Anisoptera: Corduliidae). Diplomarb. Univ. Zürich. 65 S.

KOSTERIN, O.E. (2005): Western range limits and isolates of eastern odonate species in Siberia and their putative origins. Odonatologica 34: 211-334.

LEIPELT, K.G., SCHÜTTE, C. & SUHLING, F. (2001): Neue Daten zur Larvalökologie von *Macromia splendens* (Pictet) (Odonata: Macromiidae). Libellula 20: 1-11.

LOHMANN, H. (1992): Ein Beitrag zum Status von *Coenagrion freyi* (Bilek, 1954) und zur subspezifischen Differenzierung von *C. hylas* (Trybom, 1889), *C. johannsoni* (Wallengren, 1889) und *C. glaciale* (Sélys, 1872), mit Bemerkungen zur postglazialen Ausbreitung ostpaläarktischer Libellen (Zygoptera: Coenagrionidae). Odonatologica 21: 443-451.

LOHMANN, H. (1996): Das phylogenetische System der Anisoptera (Odonata). Entomol. Z. 106: 209-296, 360-367.

LOHR, M. (2007): Sur l'habitat et la répartition de *Macromia splendens* (Pictet, 1843) et *Gomphus graslinii* (Rambur, 1842) dans la rivière de l'Hérault (département de l'Hérault). – LEVASSEUR, M., DOMMANGET, G. & S. JOLIVET (Coordinateurs): Actes des Rencontres odonatologiques Ouest-Européennes 2005: 115-124. – Société française d'odonatologie, Bois-d'Arcy.

MAY, M.L. (1997): Reconsideration of the status of the genera *Phyllomacromia* and *Macromia* (Anisoptera: Corduliidae). Odonatologica 26: 405-414.

NEEDHAM, J.G., WESTFALL, M.J., Jr., MAY, M.L. (2000): Dragonflies of North America. Scientific Publishers, Gainesville. 939 S.

NORBERG, R.A. (1972): The pterostigma of insect wings, an inertial regulator of wing pitch. J. comp. Physiol. 81: 9-22.

NORBERG, R.A. (1975): Hovering flight of the dragonfly *Aeshna juncea* L., kinematics and aerodynamics. In: WU, T.Y., BROKAW, C.J., BRENNAN, C. (eds): Swimming and flying in nature: 763-781. Plenum Press, New York.

PICTET, F.J. (1843): Cordulie splendide, *Cordulia splendens* Pictet. [Mit zusätzlichen Ausführungen von E. DE SÉLYS LONGCHAMPS]. Mag. Zool. 13: 1-2 (Pictet) und 2-3 (de Sélys), Taf. 117, [vermutlich publiziert im April 1843].

ROWE, R.J. (1988): Alternative oviposition behaviours in three New Zealand corduliid dragonflies: their adaptive significance and implications for male mating tactics. Zool. J. Linn. Soc.92: 43-66.

SCHIEMENZ, H. (1953): Die Libellen unserer Heimat. Urania, Jena. 154 S.

SCHÜTTE, C. & SUHLING, F. (1997): Beobachtungen zum Fortpflanzungsverhalten von *Macromia splendens* (Pictet) (Anisoptera: Corduliidae). Libellula 16: 81-84.

STERNBERG, K. (1998): Die postglaziale Besiedlung Mitteleuropas durch Libellen, mit besonderer Berücksichtigung Südwestdeutschlands (Insecta, Odonata). J. Biogeogr. 25: 319-337.

TIBERGHIEN, G. (1985): *Macromia splendens* (Pictet 1843): Additions faunistiques, biologiques, et récapitulation des principales données connues. (Odon. Anisoptera Corduliidae). Bull. Soc. Entomol. Fr. 90: 8-13.

TIESUU, L. (1935): Über die Lebensweise und proportionale Anzahl der verschiedenen Geschlechter einiger Odonaten. Ann. Zool. Soc. Zool.-bot. Fenn. „Vanamo" 3: 1-17.

TILLYARD, R.J. & FRASER, F.C. (1939-1940): A reclassification of the order Odonata, based on some new interpretations of the venation of the dragonfly wing. Part I, II, III. Aust. Zool. 9: 125-169, 195-221, 359-396.

TOL, J. van (2016): Odonata: Global Species Database of Odonata (version Dec 2011). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 25th March 2016 (ROSKOV Y., ABUCAY L., ORRELL T., NICOLSON D., KUNZE T., FLANN C., BAILLY N., KIRK P., BOURGOIN T., DeWALT R.E., DECOCK W., DeWEVER A., eds). Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.

TSUDA, S. (1991): A distributional list of world Odonata 1991. Selbstverlag, Osaka. 362 S.

WALKER, E.M. & CORBET, P.S. (1975): The Odonata of Canada and Alaska. Vol. 3. University of Toronto Press, Toronto, Buffalo. 307 S.

WILDERMUTH, H. (2008): Die Falkenlibellen Europas. Westarp Wissenschaften-Verlagsgesellschaft mbH, Hohenwarsleben.

Tafel 1

Fotos: Autorin R. Jäckel, Naturmuseum Augsburg

Fig. 1 und 2: Abdruck und Gegenabdruck des fossilen Libellenflügels. NMA, Inv.-Nr. 2016-42/2182. Grube Baur, Rehrosbach, Bayern, Deutschland. Leg. J. HENDRIKS, J. GREGOR und U. SEEHUBER. 2013. Der Maßstabsbalken entspricht jeweils 10mm.

1

2