documenta naturae Nr. 196 Teil 8

München 2017

Neues aus der Jüngeren Molasse Bayerns

(Obere Brackwasser-Molasse incl. OMM u. OSM)

H.-J. GREGOR & P. HOLLEIS

Ortenburger Schotter – Rauscheröd – Xyloflora – Umlagerung – Costa Rica Palmen fossil und rezent

In Memoriam
Prof. Helmut Gottwald, Holzforschungsinstitut Hamburg 5.11. 1918 - 3.10. 2008
und
Dr. Michael Achtelig – Naturmuseum Augsburg 10.02. 1938 - 22.05. 2009

Documenta naturae

Nr. 196 Teil 8 2017

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 2017 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: Palmenstrand Costa Rica, Hölzer und Palmen von Rauscheröd – Ortenburger Schotter

www. documenta-naturae.de
München 2017

Inhalt	Seite
H.-J. GREGOR & P. HOLLEIS: Palmen und tropische Kieselhölzer aus dem untermiozänen Ortenburger Schotter von Rauscheröd (Passau, Brackwasser-Molasse) und ihre geologisch-paläobiologische Problematik, im Vergleich mit einem rezenten Vergleichsmodell aus Costa Rica	1-121

Documenta naturae	196	Teil 8	S. 1-121	16 Abb.	13 Tab.	31 Taf.	München	2017

Palmen und tropische Kieselhölzer aus dem untermiozänen Ortenburger Schotter von Rauscheröd (Passau, Brackwasser-Molasse) und ihre geologisch-paläobiologische Problematik, im Vergleich mit einem rezenten Ökomodell aus Costa Rica

H.-J. GREGOR & P. HOLLEIS

Schlüsselwörter: Xyloflora, Ortenburger Schotter, Umlagerung, Palmen, *Palmoxylon baccillare, Fasciculites lacunosus,* tropische Taxa, tropisches eozänes Klima

Keywords: Xyloflora, Ortenburg gravel, reworking, palms, *Palmoxylon baccillare, Fasciculites lacunosus,* tropical taxa, tropical Eocene climate

Adressen der Autoren:
Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, 82140 Olching; h.-j.gregor@t-online.de
Dipl.-Ing. Peter Holleis, Birkenstr. 12, 82194 Gröbenzell; p.holleis@t-online.de
Die Autoren sind Mitglieder der Paläobotanisch-biostratigraphischen Arbeitsgruppe im Heimatmuseum Günzburg und Naturmuseum Augsburg.

Kurzfassung

Von der Fundstelle Rauscheröd bei Ortenburg stammen viele Kieselhölzer und Palmreste, die im Feinkies eingelagert sind. Das Sediment ist der Ortenburger Schotter, ein Äquivalent der Oberen Brackwasser-Molasse in Ost-Niederbayern.

Es werden fossile Palmreste (früher als *Palmoxylon lacunosum* bezeichnet) von Rauscheröd beschrieben und ihre systematisch-taxonomische Problematik erörtert, wobei basale Teile mit Wurzelresten, als *Rhizopalmoxylon* bestimmt, eingeschlossen sind. Sie weisen auf stammbürtige Palmen hin, die in den jüngeren Molasseschichten allerdings nicht mehr vorkommen und daher umgelagert sein müssen. Alle beschriebenen Palmfossilien werden hier vorläufig als *Fasciculites lacunosus* UNGER in MARTIUS 1845 bezeichnet.

Die tropischen Taxa der fossilen Hölzer passen nicht zum untermiozänen Klima, sondern müssen aus älteren Schichten stammen (z.B. Eozän), da wir im Ottnag-Karpat subtropisches Klima hatten, aber kein tropisches (im Gegensatz zum Eozän) mehr haben.

Sicherlich sind alle Fossilfunde von Hölzern im Ortenburger Schotter umgelagert, wobei sich die Frage nach dem Liefergebiet stellt (Böhmische Masse, Frankenwald, Oberpfälzer Wald. Bayerischer Wald). Möglicherweise sind gemäßigte Elemente bei den Hölzern aus Molasse-Ablagerungen – damit läge eine weitere Komplikation zur Umlagerung vor, nämlich eine zweite jüngere mit subtropischen Elementen. Solche Umlagerungen sind geologisch problemlos zu erklären. Achatisierung (bzw. Chalcedonablagerungen) in den Hölzern könnten vom eozänen Vulkanismus der Region stammen, was gut zu den regionalen Überlegungen passen würde.

Es wird ein Modell einer rezenten Küstenvegetation aus Costa Rica vorgelegt, das durch ähnliche Ausbildungen geprägt ist, wie bei den fossilen Formen von Rauscheröd der Fall ist. Ein Palmen- und tropischer Regenwald mit Umlagerungsbedingungen, Driftverhalten, Destruktionen (Abrasion, Moder), vergleichbarer Morphologie der Stämme, wird im Hinblick auf Rauscheröd näher untersucht.

Vergleiche mit anderen Fundstellen und Regionen ergänzen die Untersuchung, incl. der Frage nach bohrenden Organismen (Bohrmuscheln) oder Insekten.

Summary

Fossil palm-remains (formerly designated to *Palmoxylon lacunosum*) from the Ortenburg gravel (Uppermost Marine and Brackish Molasse) near Passau (Bavaria) are studied, together with the remains of the accompanying dicot woods.

All fossils seem to belong to older geological layers, especially the Eocene, and are reworked confirmed by many tropical taxa of silicified wood. The growing area in the Eocene could be the Bavarian or Franconian Forest, the Bohemian Complex or the Upper Palatinatian Forest. Eocene volcanic activities could be the reason for the occurrence chalcedony in the fossil logs, belonging to tropical taxa like *Grewia, Carapa, Bombax, Homalium, Cedrela*, and subtropical ones like Lauraceae, Myricaceae and Ebenaceae etc.

The large palm stems (formerly called "*Rhizopalmoxylon"),* together with smaller pieces (formerly called *Palmoxylon baccillare)* which are surely not belonging to the Lower Miocene, come from Palaeogene sediments. All palm fossils mentioned in the text are determined as *Fasciculites lacunosus* UNGER in MARTIUS 1845.

A recent model für the tropical taphocenosis we find in Costa Rica with destruction, drifting and reworking along the coastline in the southern part of this central-american country, of Punta Banco area. Here we have marine conditions partly with boring shells, in the Ortenburg gravel fluviatile conditions with abrasion.

Inhalt	Seite
1 Einleitung	4
1.1 Vorbemerkungen	4
1.2 Danksagungen	4
2 Fundort und Geologie	5
2.1 Überblick	5
2.2 Paläontologische Befunde	6
2.3 Geologische Problematik	7
2.4 Die Problematik „Fossiler Wald“	8
3 Die fossilen Palmen	9
3.1 Diagnoseprobleme	9
3.2 Bisherige Funde in Deutschland und der Molasse - ein Überblick	10
3.3 Palmstamm-Funde von Rauscheröd I	12
3.3.1 *Fasciculites lacunosus* - Stämme	12
3.3.2 *Fasciculites lacunosus* – Wurzeltragende Stammbasis	13
3.3.3 Sklerenchymatische Strukturen des Stammes	14
3.3.4 REM und EDX	14
3.4 Die Problematik fossiler Palmenreste weltweit	15
3.4.1 Umlagerungsprobleme	15
3.4.2 Geographische Übersicht fossiler Palmen	16
3.4.3 Geologische Übersicht zu fossilen Palmen	16
4 Die fossile Begleitflora - Laubgewächse	16
4.1 Begleitflora zu den Palmen von Rauscheröd I	16
4.2 Palökologische Besonderheiten	17
4.2.1 Die Gymnospermen-Armut der bayerischen Floren	17
4.2.2 Das *Castanoxylon*-Problem	17
4.2.3 Zweige und Wurzeln	18
4.3 Floren der OMM und BWM	18
4.4 Eozäne Floren aus Bayern und angrenzenden Gebieten	19
4.5 Eozäne Floren Europas	20
4.5. Europäische Floren des Paläogen	20
4.6 Geologische Überlegungen zur Umlagerung	20
4.6.1 Einführung zur Rauscheröder Xyloflora	20
4.6.2 Umlagerung im Ortenburger Schotter	21
4.6.3 Umlagerung in Molasse-Sedimenten	22
4.6.4 Probleme bei weiteren Fundstellen	23
5 Costa Rica als heutiges Vergleichsmodell	23
5.1 Palmenstrand bei Punta Banco	23
5.2 Laubhölzer am Strand von Costa Rica	24
5.3 Costa Rica und andere Länder – Vergleichsmodelle	25
6 Allgemeine Probleme bei Kieselhölzern	26
6.1 Mineralisation	26
6.2 Ökologie-Taphonomie an fossilen Hölzern	27
6.3 Beobachtungen bei Umlagerungen in Flüssen	27
6.4 Biostratinomische Beobachtungen an Kieselhölzern	28
6.5 Klimabedingungen im Eozän	29
6.6 Stratigraphische Bedingungen	30
6.7 Paläogeographie	31
6.8 Bohrende Organismen	31
7 Zusammenfassung	32
Abbildungen und Tabellen	34
Literatur	53
Tafelerklärungen	60

1 Einleitung

1.1 Vorbemerkungen

Die Fundstelle Rauscheröd war und ist seit langem eine besondere Lokalität, die in ihrer geologischen und paläontologischen Problematik fast einzigartig dasteht. Als GOTTWALD 1997 seine Bearbeitung der Kieselhölzer von dort vorlegte, wurde schnell klar, wo die Probleme liegen. Die Komposition mit tropischen Holztypen kann nicht in die Molasse gehören, sondern muss einen Ursprung in älteren Schichten haben, z.B. im Eozän.

Schon 1982 hat Autor GREGOR wegen verschiedener solcher Probleme eine deutliche Umlagerung angenommen bzw. postuliert.

Umlagerungsphänomene sind überaus häufig in geologischen Schichten – denken wir nur an das nordische Geschiebe – aber auch bei Mikrofloren.

Dass bei den großen Stämmen von Rauscheröd auch riesige Palmreste mit Wurzelmantel auftreten, wurde von vielen Kollegen als Zeichen von Autochtonie gedeutet, was hier in Zweifel gezogen werden soll. Gerade die stammbürtigen Palmreste erlauben die Aussage, dass sie nicht in die Molasse gehören, sondern in ältere Schichten.

Über die Bestimmung solcher Palmen sind seit STENZELs (1904) oder FELIXs Zeiten viele Publikationen erschienen, wobei hier nur einige genannt werden sollen.

Taxonomisch war auch zwischen der *„baccillare“* und der *„lacunosum“*-Erhaltung unterschieden worden (vgl. STENZEL 1904, GOTHAN 1942).

Umgelagerte Palmen sind z.B. auch in der Sahara Libyens zu finden (vgl. KOENIGER 1969, GREGOR & VELITZELOS 1997). Schon STENZEL hat (1904: 190) auf diese Problematik hingewiesen.

Zu vielen im Folgenden angeschnittene Themen sei auf die zusammenfassende Publikation von GREGOR, VELITZELOS & HOLLEIS (2005: Kap. 4.2) verwiesen.

Wichtige Abkürzungen im Text:

OSM: Obere Süsswasser-Molasse
BWM: Obere Brackwasser-Molasse
OMM: Obere Meeresmolasse
OS: Ortenburger Schotter
NMA: Naturmuseum Augsburg

1.2 Danksagungen

Wir danken ganz herzlich Prof. emer. H. SÜSS (Potsdam) für Hilfe in jeglicher Art zur Problematik der Palmen. Dr. F. PFEIL (München) hat dankenswerterweise seinen reichen Erfahrungsschatz für die Geologie des Ortenburger Schotters zur Verfügung gestellt, was unsere unterschiedlichen Meinungen bei speziellen Fragen der Umlagerung durchaus befruchtet hat.

Dr. Heinz WINTERSCHEID (Königswinter) war so freundlich, seine in Bearbeitung befindlichen Daten über fossile Palmen mit uns zu diskutieren und zur Verfügung zu stellen. Die Namengebung der fossilen Palmen richtet sich also nach seinen neuen, aber noch vorläufigen Befunden.

Kollegin Prof. Dr. Bettina REICHENBACHER (LMU München) und den Kollegen Dr. G. DOPPLER (LfU Augsburg) sowie Prof. emer. Dr. Kurt HEISSIG (LMU München) und Prof.

emer. Dr. Herbert SCHOLZ (TU München) danken wir herzlich für Diskussionen und Hilfestellungen zum Thema.
Den Herren Helmut JURSIK (Fürstenstein), Paul RIERMEIER (Harmering) und Ernst PECHER (Gallenbach) danken wir für die Möglichkeit, ihr fossiles Holz fotografieren zu können. Sehr erfreut waren wir vom Kontakt mit Veronika und Jens KRAHN (Forsthart-Künzing) und ihrem kleinen, aber schwergewichtigen Museum mit sehr schönen Kieselhölzern von Rauscheröd und Umgebung, die wir studieren und davon hier einige Materialien publizieren konnten.
Kollege Dietmar JUNG vom Bayerischen Landesamt für Umwelt, Ref. 102, Landesaufnahme Geologie, Geogefahren in Hof/Saale war freundlicherweise bereit, seine Erfahrungen mit dem Ortenburger Schotter mit uns zu diskutieren und stellte Literatur bereit, sowie neuere Untersuchungen und deren Problematik.
Dr. Johanna EDER (Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart) war so freundlich, Funde aus der Sammlung des Museums bearbeiten zu lassen.
Prof. emer. Dr. U. THEWALT (Univ. Ulm) war freundlicherweise stets bereit, uns bei Fragen zur Mineralisation zur Seite zu stehen und Probleme zu diskutieren.
Unser Dank gebührt auch einigen Privatsammlern, die ihre Funde der Wisssenschaft zur Verfügung gestellt haben, so Dipl.-Ing. Rainer AUGSTEN (87459 Pfronten-Kappel) und Herrn Harry Zahn (84478 Waldkraiburg).
Die REM-Aufnahmen und die EDX-Analysen verdanken wir wie immer Frau Karin PASCHERT vom Lehrstuhl für Geologie der LMU München.
Autor GREGOR möchte sich beim Mitautor HOLLEIS persönlich hier bedanken, da mein Freund und Kollege mehrfach Hölzer gekauft, als Sponsor gehandelt und das Kieselholzmaterial von Rauscheröd dem NMA geschenkt hat. Des Weiteren waren meine Freunde Sigrid und Hans SCHMITT (Dietramszell) wie schon oft so freundlich, Korrektur zu lesen und kritische Bemerkungen einzubringen – mein herzlicher Dank dafür.

2 Fundort und Geologie

2.1 Überblick

Die Fundstelle Rauscheröd liegt NE Ortenburg nahe Passau in Ost-Niederbayern (Abb. 1), wobei eine Reihe von Aufschlüssen vorhanden sind, aber die Kiesgrube ALEX der Hauptlieferant der im Folgenden besprochenen Kieselhölzer ist (Abb. 2).
Die Ortenburger Schotter sind seit langem bekannt und werden als brackisch eingestuft, in das obere Ottnangium (evtl. noch unteres Karpatium), unterlagert von OMM und überlagert von limnischen Süßwassersedimenten. Geologisch hat sich vor allem Kollege H. J. UNGER mit diesen Sedimenten in der Region und ganz Ost-Niederbayern beschäftigt (vgl. UNGER 1971, 1983a, b, 1984, 1989, 1997, UNGER & SCHWARZMEIER 1982 und HAAS 1987), die Hölzer aus den Kiesen und Sanden wurden von Prof. H. GOTTWALD 1997 (Reinbek, gestorben) publiziert und mit denen von anderen Fundstellen der Molasse verglichen.
Insofern ist die von UNGER postulierte Alterseinstufung „Oberstes Ober-Ottnangium“ durchaus gerechtfertigt, wobei die Oncophora-Schichten Zeitäquivalente darstellen (UNGER 1995: Abb. 3, 7, 8). An neuer wichtiger Literatur sind zu nennen: HAAS 1987, DOPPLER et al. 2005, wobei vor allem HAAS Deltamodelle am Mississippi mit dem Ortenburger Schotterdelta vergleicht und die Sedimente erklärt (Abb. 3, 4).

Die Deltaschüttung des Ortenburger Schotters liegt z.T. auf Kristallin (Bayer. Wald), auf Mesozoikum, Oberer Meeresmolasse oder Mehlsanden (HAAS 1987: 10). Im Hangenden finden sich die feinkörnigen Deckschichten bzw. Limnischen Süßwasserschichten (vgl. GREGOR 2017a, b).

Die Richtung des alten Stromes läuft von NE nach SW und schuf am Kopf der Ablagerungen ein Delta in die oberste Meeres-Molasse bzw. verzahnt mit der Brackwasser-Molasse (HAAS 1987: 3). Wir haben also zwei verschiedene Ablagerungsmilieus vor uns:

- Im Liegenden die eigentlichen Deltaschotter des Deltahanges im Becken
- Im Hangenden Flussschotter des Ästuars

Die Energie des Stromes sorgte für Rutschungen und Abbrüche, also ideale Bedingungen für Umlagerungen aller Art (ibid.: 9).

„Die durch die maximale Korngröße dokumentierte Strömung des Ortenburger Schotter-Flusses unterspülte und entwurzelte Bäume....", wobei diese Befunde im Verkieselungsvorgang dann zeitgleiche Bildungen betreffen würde und keine eozänen Hölzer. Über eine mögliche Mischserie wurde schon öfters nachgedacht, da z.B. die Lauraceen u.a. durchaus in der Oberen Süßwasser-Molasse vorkommen (ibid.: 9-11).

ULBIG hat sich (2010) näher mit den Sedimentzyklen in OSM und BWM beschäftigt und Karten zu diesen Vorgängen angefertigt, die hier zitiert werden sollen. Abb. 3 (ibid.: Abb. 1) zeigt sowohl das Idealprofil durch die Molasse-Ablagerungen mit dem Ortenburger Schotter verzahnt mit OMM und OSM, als auch in Abb. 4 die geographische Lage der Schotter und seiner Äquivalente in NE-Bayern (ibid. Abb. 2). Auf die problematischen stratigraphischen Zuordnungen der Wachtberg-Schotter im Süden (Alpenlieferant), der Pitzenberg-Schotter, der Thyrnau-Schotter oder der Außernzeller Schotter (Passauer Region, Lieferung vom Bayer. Grundgebirge) wird hier nicht eingegangen – je nach Alter könnten Teile der genannten Sedimente auch als Lieferanten der Xyloflora von Rauscheröd I gelten.

LANG hat 2009 eine Diplomarbeit vorgelegt, die den Ortenburger Schotter betrifft. Eine eindeutige Klärung der Frage nach Schüttungsrichtung, Herkunft der Gerölle usw. wurde aufgrund komplizierter Bedingungen der brackischen Ablagerungen nicht ermöglicht. Auf jeden Fall sind alpine Radiolarite und helvetische Nummulitenkalke (eingekieselte Kalke, Kressenberger Fazies) vorhanden (ibid. 22, 23), die auf Schüttung aus dem Alpenraum hindeuten. Die deutlich vorherrschenden Quarzgerölle und die begleitenden Metamorphite lassen sich weder eindeutig den Alpen noch dem Moldanubikum zuordnen (ibid. 27).

Sicher liegen die OS den „Ortenburger Meeressanden" auf, belegt durch Foraminiferen (*Ammonia beccarii*, vgl. PIPPERR & REICHENBACHER 2009). LANG (2009: 15) vergleicht diese Daten mit einer erosiven Auflagerung der OS auf die Blättermergel – oder um bottom-sets in Blättermergel-Fazies (ibid.: 16).

2.2 Paläontologische Befunde

Aufgrund verschiedener Fossilinhalte bei der Fundstelle Rauscheröd muss hier unterschieden werden in Rauscheröd I und Rauscheröd II.

- Rauscheröd I sind die Ortenburger Schotter mit der im Folgenden besprochenen allochthonen Xyloflora (umgelagert, vgl. GOTTWALD 1997)
- Rauscheröd II sind die Limnischen Süßwasser-Schichten mit einer autochthonen Blatt- und Fruchtflora (GREGOR 2017a, b)

Der vorliegende Artikel betrifft nur die Ortenburger Schotter und ihre Fossilproblematik, aber nicht die Limnischen Süßwasser-Schichten mit *Hemitrapa*-Nüssen und *Cinnamomum*-Blättern.

Einen besonderen Fund stellt das fast vollständige Skelett eines *Procervulus*-Hirschen dar, der von RÖSSNER (1995) bearbeitet wurde. Er stammt aus den miozänen Kiesen von Rauscheröd I und passt gut in die miozänen Ablagerungen – im Gegensatz zur umgelagerten Xyloflora. Diese wird in den Kap. 4 besprochen.

Ärmliche Reste von *Viviparus suevicus*, eine Brackwasserschnecke, verzeichnet LANG (2009: 14, Abb. 2.7) und erwähnt die „sekundäre Lagerstätte".

GREGOR hat (1982: 50, 51) sich mit den geologischen Verhältnissen und der Lage der fossilen Pflanzen im Tagebau beschäftigt, wobei die Früchte und Samen sowie Blätter typische Molasse-Bedingungen angeben – dies im Gegensatz zu denen der verkieselten Hölzer. Allerdings stammen diese Befunde aus den hangenden Lagen der Limnischen Süßwasserschichten über dem OS und werden hier als Rauscheröd II bzw. Flora II bezeichnet. Haben wir dort im Hangenden Zimtblätter und Wassernüsse in tonigen Lagen (Lorbeerwald und Altwasserbereiche) mit subtropischem Klima, so geben die häufigen Kieselhölzer (Flora I) im Liegenden (Rauscheröd I) tropische Bedingungen vor – eine eindeutige Diskrepanz. Neuere Untersuchungen stufen die hangenden Limnischen Süßwasser-Schichten in den Übergang Ottnangium-Karpatium bzw. Karpatium ein, wobei *Ludwigia pfeilii* GREGOR mit Funden in der westlichen Molasse, mit den Kirchberger Schichten korreliert werden kann (GREGOR 2017a) und die Begleitflora ökologisch-klimatologisch-stratigraphisch zu interpretieren ist (GREGOR 2017b).

Diese neueren Daten berichtigen die früheren Vorstellungen von der stratigraphischen Zuordnung zur *Hemitrapa*-Fazies insofern, als die Rauscheröder Flora der Limnischen Süßwasserschichten nun älter sein muss, also etwa Karpatium (GREGOR 2017 a, b), was den unterlagernden Ortenburger Schotter ins Ottnang-Karpat stellt.

2.3 Geologische Problematik

Kollege D. JUNG war so freundlich, mir auf Fragen zum Ortenburger Schotter (und damit der Fundstelle Rauscheröd I) eine kurze Zusammenfassung neuerer Untersuchungen zukommen zu lassen (auch freundl. Erlaubnis G. DOPPLER):

„Alle bisherigen Bearbeiter, z. B. KRAUS (1915), STADLER (1925), EDER (1955), WOLF (1956), GRIMM (1977), UNGER (1984) oder HAAS (1987) haben im Ortenburger Schotter ein alpines Geröllspektrum festgestellt. Aufgrund der verwitterungsbedingten Auslese der Gerölle liegt allerdings in fast allen Aufschlüssen ein stark Quarz-dominierter Restschotter vor. Die Zuweisung zu einem alpinen Liefergebiet -- damit einhergehend einer Transportrichtung aus SE -- erfolgte i. d. R. indirekt über das Fehlen jeglicher moldanubischer Gerölle. Gerhard DOPPLER und ich konnten bisher nur äußerst selten eindeutig alpine Gerölle in der Kiesgrube Rauscheröd nachweisen.

Vor einigen Jahren haben Kollege DOPPLER und ich Schrägschichtungsmessungen in verschiedenen Kiesgruben durchgeführt und in Übereinstimmung mit HAAS (1987) Schüttungsrichtungen nach NE, W und SW ermittelt. Die Delta-Natur des Schotterkörpers (GRIMM 1977, HAAS 1987) ist aufgrund des Schüttungsbildes auch klar nachzuvollziehen. Die Theorie von UNGER (1983a, 1984, 1995, 1999) wonach es sich beim Ortenburger

Schotter um eine fluviatile Rinnenfüllung handelt, lehnen wir vor allem aufgrund der lang aushaltenden Schrägschichtungskörper und der oben erwähnten Richtungen ab. Ebenso sprechen die Funde von brackischen Muscheln in den basalen Lagen des Ortenburger Schotters in Rauscheröd gegen eine rein fluviatile Natur.

Allerdings ergeben sich einige Probleme, die wir bis heute nicht befriedigend lösen konnten:

(I) Nördlich des Forstharter Rückens zieht ein Schotterstrang unter Tage mindestens bis in die Straubinger Gegend. Dabei handelt es sich nach UNGER (1983a) um die Fortsetzung der oberirdischen Vorkommen des Ortenburger Raumes. Das würde die Rinnentheorie von UNGER unterstützen, ist aber nicht vereinbar mit den Schüttungsrichtungen die wir gemessen haben. Weiterhin ist es schwer vorstellbar, wie ein Flussdelta sich über mehrere Zehner Kilometer am Kristallinrand nach NW erstrecken soll. Derzeit ist nicht klar, in welchem Zusammenhang der Schotterkörper unter Tage und die oberirdischen Vorkommen stehen.

(II) Falls der Ortenburger Schotter aus SE antransportiert wurde, würde er zunächst am Rand des damaligen Brackwasserbeckens (Oncophora-Becken) entlang verlaufen, bevor er in der Ortenburger Gegend eine annähernd 90°-Drehung nach SW macht und dann sein Delta in dieses Becken vorbaut.

(III) Die basalen Abschnitte des Ortenburger Schotters verzahnen sich an manchen Stellen mit den obersten Abschnitten der OMM (Blättermergel). Zur Zeit der OMM sieht die Paläogeographie ein durchgehendes Meeresbecken von Niederbayern über die Schwelle von Amstetten nach Niederösterreich vor. Es ist derzeit nicht schlüssig zu klären, wie ein alpiner Schotterkörper diese Region überqueren konnte, um nach NW transportiert zu werden.

Man sieht also, es gibt da noch viele ungelöste Fragen, die hoffentlich in Zukunft gelöst werden können".

2.4 Die Problematik „Fossiler Wald"

Die verkieselten Stämme und Hölzer aus dem Ortenburger Schotter zeigen im strengen Sinne keinen fossilen Wald, sondern eine Anhäufung von Materialien, die einstmals in einem Wald zusammen gestanden sein könnten, aber ebenso gut in verschiedenen Biotopen gelebt und dann zusammen geschwemmt worden sind. Es wäre also erst eine Taphozönose und dann eine Thanatozönose. Auf diese Problematik sind die Autoren schon früher eingegangen (GREGOR, VELITZELOS & HOLLEIS 2005) und haben den Begriff fest definiert.

In der letzten Zeit sind mehrere fossile Wälder näher untersucht worden, wobei die Stämme aus einer Zeit alle noch in situ standen. So haben wir den pliozänen Wald von Dunarobba (BALDANZA et al. 2009) und den von Bükkabrany (ERDEI et al. 2009, KAZMER 2008).

Wenn wir uns die Aufnahmen dieser fossilen Wälder ansehen und in geologischen Zeiträumen denken, ist es durchaus wahrscheinlich, dass ein solcher fossiler Wald durch Überflutungen, katastrophale Ereignisse jeglicher Art zerstört und die Stämme umgekippt und transportiert werden können. Es handelt sich bei den meisten hier genannten um lignitische Hölzer, wobei bei Dunarobba z.T. bereits eine Permineralisierung eingetreten ist (BALDANZA et al. 2009). Es handelt sich hier zwar um eine Karbonatisierung mit Eisen,

aber eine zweite Mineralisierung wäre durchaus möglich, wenn nicht schon von vorne herein eine Silifizierung eingetreten wäre.
Einen solchen Fall haben wir eindeutig auf Lesbos, wo der fossile Wald inzwischen hervorragend ausgebaut und für Touristen geöffnet wurde. Hier stehen und liegen große bis riesige Stämme im Sediment (SÜSS & VELITZELOS 1997, VELITZELOS et al. 1981, GREGOR, VELITZELOS & HOLLEIS 2005: 30, dort auch weiterführende Literatur), einem vulkanischen Tuff. Der Hang, auf dem der Wald zu finden ist, geht direkt in die Küstenregion und die Buchten nahe Sigri über und man findet sogar Stämme umgelagert in der Brandung und unter Wasser (GREGOR et al. 2005, Taf. 10, Fig. 8; VELITZELOS & ZOUROS 1988). Gerade dieses Modell passt sehr gut zu Rauscheröd als Möglichkeit, natürlich unter der Voraussetzung, dass es sich um eine Zeiteinheit handelt und nicht um mehrfach Umlagerungen zu diversen Zeiten.
In Documenta naturae 154 haben GREGOR VELITZELOS & HOLLEIS (2005: 62-64) näher über diese Problematik berichtet und vor allem den Fossilen Wald (Apolithomenos Dassos) bei Sigri bearbeitet (ibid.: 79).
Wurde Rauscheröd damals noch als Fossiler Wald II. Ordnung eingestuft (heute nur für die subtropischen Elemente als Möglichkeit; Petresilva, homoiostrat bis xenostrat, ibid. Tab. 3) kann man heute nach Studium aller Gegebenheiten folgende Aussage (für Tropenhölzer und Palmen) machen: Fossiler Wald IV. Ordnung (Petresilva, xenostrat, vgl. zu allem ibid. 76).

3 Die fossilen Palmen

3.1 Diagnoseprobleme

FELIX hat (1882: 75) in seiner Arbeit über fossile Hölzer ganz richtig erkannt, dass die Namen *Fasciculites* bei Monocotylenstämmen und die Endung *-ites* speziell bei fossilen Blättern derselben verwendet werden. Er verwendet aber das Synonym *Palmoxylon* SCHENK (ibid: 76), weil es sich der Einfachheit halber um Palmenholz handeln sollte, und nicht um weitere Formen der monocotylen Pflanzen. UNGERs *Fasciculites lacunosus* (1856-57) ist ohne Fundort (unbekannt) beschrieben, wobei er sich auf Material im Paläontologischen Museum in München bezieht (FELIX 1882: 78-79). Aufgrund dieser allgemeinen taxonomischen Verwirrung, Missachtung der Prioritätsregeln und fehlender Fundorte und damit auch stratigraphischer Daten aus den jeweiligen Horizonten, muss das hier gezeigte Material ohne Ansehen weiterer Gegebenheiten als primär *Fasciculites lacunosus* bezeichnet werden, auch wenn vermutlich eine kritische Revision der Schliffe und der Bilder (vermutlich alle verloren) zu anderen Benennungen führen würde (daher keine voreilige Revision durch Autor GREGOR). Kollege H. WINTERSCHEID wird sich taxonomisch-systematisch dieses Problems in Zukunft annehmen und zu klären versuchen.
Zu den fossilen Palmenhölzern allgemein hat STENZEL (1904: 111) ganz klar Stellung bezogen – hier gekürzt wiedergegeben:
„Von alten Autoren wie SCHLOTHEIM oder STERNBERG als *Palmacites* bestimmte Abdrücke von Palmblättern wurden dann von BRONGNIART auf Palmstämme überhaupt übertragen, vor allem auf solche, die vom inneren Bau her keine genaue Zuordnung bei Monocotyledonen erlauben. Erst SCHENK hat 1882 die Verwirrung gelöst und alle fossilen Palmstämme als *Palmoxylon* bezeichnet. Als *Fasciculites* sind dann die unsicheren Taxa benannt worden (allgemeine Monocotylen-Stämme, darunter *Yucca* usw., aber auch Farne).

Bei der Diagnose der Gattung *Palmoxylon* SCHENK (SCHLAGINTWEIT 1882: 355) wurde sehr schön auf das Problem mit den Wurzeln angegangen:
„***Caudices*** structura cum externa turn interna palmacea e parenchymate contexti, fasciculis percurso fibro-ductoribus undique dispersis, nee strata concentrica nee plexus articulorum formantibus, e parte fibrosa in exterioribus certe fasciculis fasciculum ductorem pluries superante, e parte cribrosa minore et e parte lignosa constantibus vasa anteriora aut bilateralia aut mediana gerente. — *Radices* structura Palmarum viventium", (daher der Versuch, „*Rhizopalmoxylon*" aufzustellen).
Die Art *Palmoxylon lacunosum* (UNGER) STENZEL (1904: 190, Taf. VIII, Fig. 64-66, Taf. IX, Fig. 67-70) ist leider ohne Fundort benannt:
P. lacunosum parenchymate libero exteriore *continue/, interiore* lacunoso cellulis circa partem lignosam aequabititer elongatis radiatis; *fasciculi's fibro- ductoribus exterioribus approximatis,* paulo minoribus, quam, a) veri; partis fibrosae cellulis posticis valde incrassatis, anteriorum lumine amplo; *fasciculis fibrosis* rarioribus (des weiteren ibid.: 191)
Fasciculites bacillaris (Brongniart), bei STENZEL 1904: nicht erwähnt, aber bei JURASKY (1930).
Massen gleichartiger, parallel nebeneinander liegender, fadenförmiger, straffer oder leicht hin und her gebogener, etwa $^1/_2$ mm dicker holziger Stäbchen.
Palmacites helveticus HEER: Flora tert. Helvetiae, I, p. 94, Taf. XL, Fig. la, lb (nach der Natur) (1855).
Abschließend werden die fossilen Palm- oder Monocotylenreste von Ortenburg den Prioritätsregeln nach folgendermaßen bestimmt:
1845 *Fasciculites lacunosus* UNGER in MARTIUS: LVIII; pl. geol 1, fig. 1; pl. 2, fig. 8; pl. 3, fig. 1) - fälschlicherweise (FELIX 1882) bis heute immer als *Palmoxylon lacunosu*m SCHENK bezeichnet.
Palmoxylon lacunosum STENZEL 1904 incl. den Genera „*Rhizopalmoxylon*" GOTHAN (1942: 12-13) und *Palmoxylon* (SCHENK 1882) sind somit als nicht gültig im Sinne des International Code of Botanical Nomenclature (McNEILL et al. 2012 und TURLAND 2013) anzusehen.

3.2 Bisherige Funde in Deutschland und der Molasse - ein Überblick

Schlecht erhaltene und nur noch in kieseliger Matrix zu sehende Leitbündel dieser Art kamen aus der Oberen Meeres-Molasse bzw. der Brackwasser-Molasse von Eggingen bei Ulm zum Vorschein (Kiesgr. HOFMANN, vgl. GREGOR & LUTZ 1984). Diese Form nennt sich „*canaliculatus*-Erhaltung", weil die Leitbündel verschwunden, aber die Abdrücke noch erhalten sind (vgl. MÜLER-STOLL 1935: 60), und wird deshalb auch als *Palmoxylon baccillare* (BRONGN.) JURASKY bezeichnet, was aber im Hinblick auf *Fasciculites lacunosus* fraglich erscheint (in Bearb. H. WINTERSCHEID). Die Ablagerungen von Eggingen sind als Grimmelfinger Graupensande zu bezeichnen, was eine Korrelation mit der OMM bzw. der BWM bedeutet (Ottnangium. Karpatium). Dies ist als ein Zeitäquivalent von Rauscheröd anzusehen und beweist das Vorkommen von Palmen in untermiozänen Sedimenten Süd-Deutschlands, aber nur, wenn man die „Aufarbeitung" außer Acht lässt. Da die Palmen aus Ulm und Umgebung als „aufgearbeitet" (SACH 2014: 92) beschrieben

wurden, ist wie in Rauscheröd an eindeutige Umlagerung zu denken – allerdings unter anderen Aspekten wie in Rauscheröd.

Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Prof. GOTTWALD sind die monocotylen Kieselholzreste immer schlecht bestimmbar. Sie werden zwar meist als *Palmoxylon baccillare* nach ihrem Leitbündelverlauf bezeichnet, ohne dass dies aber die stammtragenden Palmen hundertprozentig beweisen ließe. Es kämen dabei auch andere Taxa, sogar aus anderen Familien zum Vergleich in Frage. Da die Anatomie der monocotylen stammtragenden Pflanzen sehr ähnlich ausgebildet ist, kann eben die Zuweisung zu den Palmen nur bedingt erfolgen. Andererseits passen die Palmen ökologisch durchaus in Umweltbedingungen der tertiären Lokalitäten und sollen hier wegen der hervorragenden Funde aus Rauscheröd, die z.T. im Naturmuseum Augsburg ausgestellt sind, auch als solche unter ihrem derzeitigen Namen erwähnt werden.

Im Folgenden werden alle Reste als Palmen im weiteren Sinne angesehen, da die oben genannte Problematik nur durch eine monographische Bearbeitung gelöst werden könnte.

Erstmals hatte MÄGDEFRAU 1956 über Palmen der Südlichen Frankenalb publiziert. Fast alle Funde zeigten das wohlvertraute Bild der „*canaliculatus*-Erhaltung", also die löchrig-kanalartige Oberfläche der Hölzer.

GREGOR hat (1980: 136-138) wichtige Palmreste aus Europa im Vergleich zu solchen aus Molassesedimenten publiziert und das Alter der Funde kritisch gewürdigt.

Viele Kollegen haben sich bereits mit fossilen Palmen beschäftigt, so z.B. MÜLLER-STOLL 1935 und besonders BURGH & MEULENKAMP 1966, aber auch JUNG 1968.

Reste stammbürtiger Palmen stammen aus untermiozänen Sedimenten nahe Passau (GREGOR & HABERDA 1993), gehen aber im Rheingebiet eindeutig, belegt durch Blattreste, bis ins Mittelmiozän (BURGH 1984) – was als Reliktstandort zu bezeichnen ist. In der Molasse mit seinen kühleren Niederungen waren die Palmen bereits im Ober-Miozän verschwunden, nur die Stacheln von klimatisch unabhängigen Würge- oder Kletterpalmen sind noch bis zum Mittel-Miozän vorhanden (GREGOR 1989, wohl unteres Mittel-Miozän). Zu letzteren Funden kann eine völlig neue Datierungsmöglichkeit angedeutet werden. In der Tongrube Rohrhof II bei Ponholz liegen nun Zirkon-Datierungen vor, die auf ein Alter des weißen Leittones von 15,3 Mio. Jahren hindeuten. Damit sind die Palmstacheln also als unter diesem Zeithorizont liegend anzusehen, was aufgrund der nahen Lage zur Bestimmung „Mittel-Miozän" führt.

Dass Palmstämme sogar ins Pleistozän umgelagert wurden, beweisen die Stämme von Ulm (MÄGDEFRAU 1956 und ZIMMERMANN 1972) und Sigmaringen (KIRCHHEIMER 1980). Eigene pleistozäne Funde liegen vor aus der Eiszeit-Kiesgrube DUMERTH in Burtenbach (nicht die tertiäre Kiesgrube dort), von Herrn WIED gesammelte Palmhölzer (Ausstellung Schlossmuseum Neuburg/Donau), sowie solche aus dem Miozän von Neuburg-Bullbuck (Anwesen WIED, Material im Naturmuseum Augsburg).

Neuerdings kommen aus der Oberen Meeres-Molasse Funde von Palmresten, die ein neues Licht auf unsere Ortenburger Funde werfen (vgl. SCHELLHORN & GREGOR, in Vorb.). Der fossile Teil ist winzig und wenn man die Begleitfauna aus Mollusken und einem Pottwalzahn berücksichtigt (FLEISSNER & GREGOR 2016) denkt man sofort wieder an Umlagerung, noch dazu ist es der einzige Rest überhaupt aus der Meeresmolasse.

Wie schwierig die Problematik bei den Palmen ist, zeigt die Publikation von KVACEK & WILDE 2006 über niederrheinische Befunde, allerdings meist Blätter usw.
Einen neuen Nachweis der Gattung *Phoenix* LINNÉ lieferte PINGEN (1987: 16) aus der Flora von Kreuzau - ihr Fund kann bereits weiter mit *Phoenix bohemica* BUZEK (1977) aus dem Untermiozän von Tuchorice (CSSR) verglichen werden, zeigt aber bereits die außermolassische Problematik. Immerhin sind also Palmen aus dem Untermiozän bekannt und somit in der Molasse „möglich". Man muss aber dabei Reliktstandorte im rheinischen Gebiet nicht vergessen, was in den Florenkompositionen deutlich spürbar ist (GREGOR, Documenta naturae 50-1 bis 12).
Ergänzend sei zu den Palmen erwähnt, dass in der rheinischen Braunkohle Palmen unterhalb der Inden-Schichten, in den Kohlen und Tonen des Frimmersdorfer Flözes und kurz darüber bis ins Flöz Garzweiler vorhanden sind, aber weiter oben im Profil völlig fehlen, d.h. also dort bereits im Mittel- bzw. Obermiozän ausgestorben wären. Neuere Befunde lassen also evtl. ein etwas anderes regionales Bild erwarten (LIEVEN & GREGOR in Vorb. 2018).

3.3 Palmstamm-Funde von Rauscheröd I

3.3.1 *Fasciculites lacunosus* – Stämme

1832 *Fasciculites* COTTA: 45–46, emend. UNGER in MARTIUS (1845: LVI) et UNGER in STENZEL (1850: 4)
1845 *Fasciculites lacunosus* UNGER in MARTIUS: LVIII, pl. geol. 1, fig. 1; pl. 2, fig. 8; pl. 3, fig. 1
Fälschlich als *Palmoxylon lacunosum* STENZEL 1904 bezeichnet.
Tafel 1, Fig. 1-2, Tafel 2, Fig. 1-3, Tafel 3, Fig. 1-2

Palmenfunde von Rauscheröd wurden schon vielfach gefunden und auch mitgeteilt, so von GRIMM (1979: 10, Abb. 5), von JUNG (1979: 12-13 und 1981).
Zur ergänzenden Systematik seien die Palmreste hier noch mit weiteren Zuordnungen bezeichnet:
Palmoxylon lacunosum STENZEL 1904 (Beiträge Geologie Österreich-Ungarns, 15: 107)
Palmoxylon baccillare JURASKY 1930 (Braunkohle 29, Heft 51: 117)
Es liegen von Rauscheröd Stammteile von etwa einem bis mehrere Meter Länge vor, abgerundete Stammreste von ca. 20-30 cm Länge und vor allem große rundliche Stubbenreste, z.T. mit Wurzelmantel (JUNG 1981: Taf. 2, 3). Letztere werden in Kap. 3.3.2 näher untersucht.
Im Folgenden werden einige Reste näher beschrieben und miteinander verglichen. Vom Feinbau her sind genügend Mikrobilder vorhanden (JUNG 1981: Taf. 1, Taf. 2, Fig. 1), um die Palmen zu dokumentieren. So sollen hier vor allem Makrobilder zur Ergänzung gezeigt werden. So zeigt z.B. der Palmstamm von Rauscheröd den Leitbündelverlauf im längsgespaltenen Stamm, der im Institut für Paläontologie und historische Geologie in München (Inv.-Nr. 1964 I 367) ausgestellt ist. Er ist mit 18 Mio. Jahren datiert und somit eine Million Jahre jünger als der äquivalente Mahagoni-Stamm mit 19 Mio. Jahren. Woher diese genauen Daten stammen, bleibt ein Rätsel, dokumentiert aber auch die Vorstellungen der Paläobotaniker JUNG und SELMEIER in München zum Thema.
JUNG ist 1981 näher auf die Palmreste in Ortenburg und Neuburg eingegangen, um meine Ansicht, dass zur Zeit der OSM keine Palmen mehr wuchsen, zu widerlegen. Er hat dabei

übersehen, dass die Sedimente in die ausgehende OMM (Ottnang) bzw. genauer in die BWM (Karpat) gehören, also wirklich nicht OSM sind – und dass die tropischen Hölzer nicht in die Molasse passen (siehe Kap. 4.3 bis 4.5).

3.3.2 *Fasciculites lacunosus* – Wurzeltragende Stammbasis

Fälschlich als *Palmoxylon lacunosum* - Stubben bzw. *sensu Rhizopalmoxylon* GOTHAN 1942: 12-13 bezeichnet.

Taf. 4, Fig. 1-3, Tafel 5, Fig. 1-3, Tafel 6, Fig. 1-3, Tafel 7, Fig. 1-2, Tafel 8, Fig. 1-2, Tafel 9, Fig. 1-4, Taf. 22, Fig. 1, 5

FELIX hatte (1883: 27) noch eine *Rhizopalmoxylon* postuliert, was aber als nomen illegitimus zu gelten hat. GOTHAN publizierte (1942: 12-13) eine gültige Gattung – deren möglicher Generotypus aber nicht designiert ist, vermutlich aber *R. glaeselii* GOTHAN (ibid. 13; pl. 1, figs 1–3). Weitere Studien von H. WINTERSCHEID sind hier abzuwarten.

Dem alten wird hier nicht gefolgt, sondern der große Stubben als *Fasciculites lacunosus* - Stubben bezeichnet, denn zur nomenklatorischen Frage, ob ein Stamm einen bestimmten Namen hat und ein wurzeltragender einen anderen sei STENZEL 1904: 147 zitiert – und ihm gefolgt.

„Umgekehrt schließen wir hier unbedenklich die Palmenwurzeln an, da die meisten ohnehin gar nicht getrennt von ihren Stämmen behandelt werden können. Es würde daher unsere Einsicht in diese Reste nur erschweren, wenn man sie in eine eigene Gattung bringen wollte."

Im ersten Moment wundert man sich über die hervorragend erhaltenen Stubben von *Fasciculites lacunosus* (bzw. früher *Rhizopalmoxylon)*, da z.T. noch der Wurzelmantel mit feinen röhrenförmigen Luftwurzeln fossilisiert erhalten ist (vgl. auch JUNG 1981, Taf. 3). Dass das grob poröse „Holz" der Palmen gut verkieseln kann, erscheint klar (ibid. Taf. 2) - nur dass auch der zarte Wurzelmantel noch verbleibt, erstaunt im ersten Moment. Nach eingehenden Studien des Autors ist es aber wiederum klar, dass dies als „Normalfall" anzusehen ist, da viele rezente Palmreste am Ufer von Flüssen oder Meeren durchaus ähnlich gut erhalten sind, und sie röhrenförmige Wurzeln zeigen, zusammen mit einer mehr oder weniger rundlichen Stammbasis. Natürlich müssen die Wurzelmäntel schnell verkieselt worden sein, um sich so gut erhalten zu können. In unserem Falle sind sogar bläulich geprägte Achatisierung bzw. Chalcedonisierung in den Leitbündeln zu sehen (Taf. 25, Fig. 6-9) – das wäre für die Molasse absolut ungewöhnlich, nicht jedoch für vulkanische Erscheinungen in östlich angrenzenden Regionen (z.B. Tschechien, Ungarn, Bayerischer Wald).

Palmreste mit Adventiv-Wurzelmantel sind normalerweise selten, aber gerade aus dem Eozän der Messel-Formation bekannt geworden, aus den Braunkohlen der Grube Prinz von Hessen (HEIL et al. 1987: Abb. E 24 und E 23). Die gezeigten Stücke sind eindeutig mit denen von Rauscheröd zu vergleichen und auch wohl ähnlichen Alters! Auf Taf. 25, Fig. 10-12 sind eindeutige Wurzelanhänge zu sehen, die zentral einen Kanal aufweisen und ebenfalls Färbungen (Taf. 7, Fig. 1, 2 und Taf. 8, Fig. 1, 2).

Einige rezente Beispiele von Vorgängen bei der Fossilisation seien in Taf. 11, Fig. 3, 4 und Taf. 12, Fig. 3, 4) gezeigt, wobei eine wurzeltragende Stammbasis einer Palme an einer mittelamerikanischen Küstenregion angespült zu sehen ist (Costa Rica, vgl. Taf. 11, Fig. 3-4). Des Weiteren sehen wir Stammbasen von Kokospalmen aus Costa Rica (Taf. 12 , Fig. 1, 2).

Der Ergänzung halber sei erwähnt, dass auch in Amerika solche Fossilien mit Wurzelmantel vorkommen (TIDWELL, RUSHFORTH & SIMPER 1971).

3.3.3 Sklerenchymatische Strukturen des Stammes

Tafel 11, Fig. 1-6, Taf. 12, Fig. 1-2

In der Aufsicht bei polierten Stücken und in Dünnschliffen kann man die innere Struktur des „Holzes", also der sklerenchymatischen Fasern studieren, wobei im fossilen Zustand natürlich eine Strukturänderung erfolgt ist. Die Geleitzellen an den Leitbündelsträngen sind nicht mehr sehr deutlich zu sehen, da die Silifizierung bei diesen Molasse-Hölzern (bzw. eben den Eozän-Hölzern) Feinstrukturen verwischt hat. Was aber deutlich zum Vorschein kommt, sind die Leitbündelstränge, die in ihrer nierenförmigen Gestalt nicht zu übersehen sind. Da die äußeren Teile der Stammreste Auflösungsspuren zeigen, sind die Leitbündel als „Höhlungen" erhalten, also in „*lacunosum*"-Erhaltung. Beide Typen sind also gekoppelt und gehören zu einem Arttypus, eben unterschiedlich in ihrer Erhaltung.

Die innersten Teile des verkieselten Querschnitts sind hell (beige) gefärbt, die randlichen Teile dunkel, die folgenden äußeren Teile hellbeige und die äußerste „Rinde" ist weiß lakunös (wie der Name „*lacunosum*" andeutet).

STENZELs Unterschiede bei der Art in Form der Typen a „*verum*", b „*anceps*" und c „*axonense*" kann hier aufgrund der schlechten Erhaltung nicht gefolgt werden – im Gegensatz zur vorzüglichen Silifizierung z.B. türkischer Hölzer (DERNBACH & GREGOR 1995, Taf. 18), bei denen Tüpfel und Tracheiden sehr gut erhalten waren (ibid.: Taf. 17, Fig. 11, 12, 14). Zur gesamten Problematik vergleiche man die umfassende Arbeit von STENZEL 1904, der sich speziell mit der „*lacunosum*"-Gruppe beschäftigt und auf verschiedene Erhaltungsbedingungen hinweist (ibid. Taf. IX, Fig. 67-70 und Taf. VIII, Fig. 64-66).

Zur Problematik der Palmhölzer mit nierenförmigen Leitbündeln hat Kollege H. SÜSS (Potsdam) freundlicherweise einige Notizen zu diversen Vergleichsarten zusammengestellt (nur eine Auswahl): *Palmoxylon aethiopicum* LEMOIGNE, *P. barbatum* SAHNI, *P. cavalottii* LOVISATO & STERZEL, *P. deccanense* SAHNI, *P. eocenum* PRAKASH, *P. hungaricum* GREGUSS, *P. lacunosum* UNGER) var. *anceps* STENZEL, *P. libycum* (STENZEL) KRÄUSEL, *P. lovisatoi* STENZEL, *P. ovatum* STENZEL, *P. sinuosum* SAHNI, *P. withami* (UNGER) SCHENK u.v.m.

3.3.4 REM und EDX

Es wurden einige kleine Teile aus verkieselten Partien diverser Hölzer ausgewählt (Coll. NMA 94-215/1167), die näher untersucht wurden. Im REM konnten nur leicht verwaschen wirkende Partien gefunden werden, was auf amorphe Bedingungen bei der Mineralisation hinweist. Im Gegensatz dazu stehen z.B. Mineralisationen, die Feinheiten zeigen (GREGOR 2016, Taf. 4) und eben keine „verwaschenen" Bilder (Taf. 28, Fig. 3, 4). Gerade Leitbündel waren schon öfters untersucht worden (DERNBACH & GREGOR 1995, hier Taf. 28, Fig. 5-8), die hervorragend erhalten waren (vgl. auch GREGOR 2016: Taf. 5, Fig. 2 – Kreuzungsfeld und Taf. 4, Fig. 6 Versteifungen).

Eine Analyse auf das Verkieselungsmaterial ergab nur einfache Ausbildung von Si (fast 40%) und O (über 50%) (als SiO_2) und sonst keinerlei verwertbare Elemente (Abb. 11), nur C hat noch einen erhöhten Wert (8%), während Aluminium, Schwefel und Eisen unter ein Prozent

(unter 1%) liegen. Da mit Kohlenstoff bedampft wurde, ist der Wert sowieso nicht eindeutig brauchbar (vgl. zu allem Tab. 1).

3.4 Die Problematik fossiler Palmenreste weltweit

3.4.1 Umlagerungsprobleme

STENZEL (1904: 148) hat als einer der ersten die häufige Umlagerung von Kieselhölzern verstanden, darum wird hier ein Extrakt seiner Bemerkungen gebracht – vor allem auch darum, weil die Problematik auf die Funde von Rauscheröd zutrifft:

„Es ist nicht ohne Interesse, mit den Zeiträumen, in denen die Palmenarten gelebt haben, von denen wir Überbleibsel in Bruchstücken ihrer Stämme besitzen, die Verteilung dieser letzteren über die Oberfläche der Erde zusammenzustellen. Von vielen können wir den Ort angeben, wo der Baum, dem sie angehörten, aller Wahrscheinlichkeit nach gestanden hatte. Von anderen kennen wir den Fundort, können aber aus der Art ihrer Ablagerung schließen, dass das Stück sich dort auf sekundärer Lagerstatt befindet. Gerade die Verwandlung der großen Mehrzahl in wetterbeständigen, harten Kiesel, hat eine weite Fortführung der Stücke ohne ihre völlige Zerstörung möglich gemacht, während alle anderen Teile des Baumes verloren gegangen sind. Indes ist es bei einigen gelungen, den ursprünglichen Ort ihrer Ablagerung zu bestimmen.

So hat VATER (1884) *P. parvifasciculosum* in losen Phosphoritknollen in den unter-oligozänen Sanden von Helmstedt, aber auch im unter-senonen Gestein am Nordrande des Harzes aufgefunden und dadurch, man kann wohl sagen, zur Gewissheit erhoben, dass es dort heimisch war. Dasselbe gilt dann auch von *P. scleroticum, P. variabile* und *P. radiatum.* Kaum fehlgehen werden wir ferner, wenn wir die an den geneigten Talrändern der Aisne und Oise liegenden Rollstücke dem dort verbreiteten Eozän des Pariser Beckens zurechnen und auch *P. Blanfordi,* das als Rollstück im Bette des oberen Nerbudda gefunden worden ist, mag von den Rändern des verhältnismäßig schmalen Tales heruntergespült worden sein. Aus weiter Entfernung sind wohl nur durch das Eis Stücke hergeführt worden. So konnte *P. porosum* im Diluvium von Eibergen an der niederländisch-deutschen Grenze als rheinisches oder skandinavisches Geschiebe dorthin gelangt sein und wenn der Ursprung eines Palmenholzes aus dem Norden wenig wahrscheinlich ist, bleibt seine wirkliche Heimat doch ungewiss. Das ist in der folgenden Übersicht durch ein hinzugefügtes G. angedeutet. Arten, von denen auch der Fundort unbekannt ist, sind am Schluss nur kurz angeführt."

Die weiteren Bemerkungen betreffen u.a. die Hölzer aus der Sahara, die vom Autor STENZEL (1904) in Libyen ebenfalls in dieser Richtung gewürdigt wurden (vgl. auch als Bestätigung GREGOR & VELITZELOS 1997):

„Wir heben aus diesen nur hervor, dass VATER (1884) in seiner mit ebenso viel Sachkenntnis wie scharfem Urteil ausgeführten Bearbeitung der fossilen Holzer der Phosphoritlager des Herzogtums Braunschweig vier Arten beschrieben hat, die teils nachweislich, wie *P. parvifasciculosum,* teils wahrscheinlich, wie P. *radiatum, P. scleroticum* und *P. variabile* aus der oberen Kreide herstammten, wie das von der ROHLFschen Expedition unweit der Oase Dachel (Dachlah) gesammelte *P. Zitteli* SCHENK, während die drei anderen von diesem beschriebenen Arten *P. aschersoni* aus dem Niltal unweit Kairo und die beiden ostindischen Arten, *P. liebigianum* und *P. blanfordi* wahrscheinlich dem Tertiär angehören."

3.4.2 Geographische Übersicht fossiler Palmen

Es wird hier eine kleine Liste der wichtigsten Vorkommen gebracht (nach STENZEL 1904: 273, 274, hier Tab. 2) und die damals bekannten Arten aufgeführt. Leider fehlt bisher eine umfassende monographische Bearbeitung der ganzen Gruppe.

In den letzten Jahren sind zwar eine Reihe wichtiger Arbeiten zu fossilen Hölzern oder Wäldern erschienen (GREGOR et al. 2004), aber systematisch-geologische Untersuchungen fehlen dabei meist (HUBER 2009, HUBER & PAVLICEK 2008, DERNBACH 1996 u.a.).

Von diesen Arten ist der Fundort von *P. confertum* und *P. germanicnm,* angeblich von Brostau bei Groß-Glogau, so unsicher, dass er ebenso gut als unbekannt hätte bezeichnet werden können. Ähnlich ist es bei *P. Cottae a) verum,* bei dem wir ihn wirklich als unbekannt betrachten, so lange die einzige, ganz zweifelhafte Angabe *La Colline de Turin* oder *Jurin* nicht aufgeklärt ist. Für *P. lacunosum a) verum* glauben wir zwar die Formation wahrscheinlich gemacht zu haben, der es angehört, kennen aber den Fundort nicht (Tab. 3).

Diese beiden Übersichten zeigen (sensu STENZEL 1904):

1. Aus der südlichen Halbkugel kennen wir noch kein fossiles Palmenholz.
2. In der nördlichen Halbkugel sie sie in den oberen Kreideschichten und im Tertiär in größerer Zahl gefunden worden sind und wenn man berücksichtigt, dass Europa weitaus am meisten durchsucht worden ist, kann man wohl annehmen, dass Amerika ebenso viele Arten zählen mag wie die Alte Welt.
3. In Europa treten sie im Turon mit einer Art, dem *P. boxbergae* bei Angers im nördlichen Frankreich in 47 '/2° n. Br. zuerst auf, sind dann zahlreicher in der senonen Kreide, im Eozän und Oligozän durch das nordöstliche Frankreich, vereinzelt in Belgien und den Niederlanden. Häufiger findet man sie wieder in Deutschland, zwischen dem 490° ö.L. und dem 520° n. Br. zerstreut, während in jüngeren Formationen hier keine Palmenhölzer — so wenig wie andere Reste aus dieser Familie — vorkommen.

Insgesamt interessiert uns hier nur die *Fasciculites lacunosus* von Rauscheröd, bearbeitet unter den oben genannten Bedingungen.

3.4.3 Geologische Übersicht zu fossilen Palmen

In seiner Zusammenstellung der weltweit vorkommenden Hölzer nennt STENZEL (1904: 271, 272, hier Tab. 4) sowohl kreidezeitliche als auch pliozäne Taxa. Als Auswahl liegen im Eozän bis Miozän eine Reihe wichtiger Taxa vor, speziell aber *P. lacunosum.*

Diese Zusammenstellung soll nur dazu dienen, einen Eindruck von der Massierung der Kieselhölzer weltweit zu bekommen.

Einen Überblick zu fossilen Wäldern und deren spezielle Problematik gaben GREGOR, VELITZELOS & HOLLEIS (2005: 16-40) zur Kenntnis, ergänzt durch kreide- und pliozänzeitliche Systeme.

4 Die fossile Begleitflora - Laubgewächse

4.1 Begleitflora zu den Palmen von Rauscheröd I

Taf. 19, Fig. 1-5, Taf. 20, Fig. 1-5, Taf. 21, Fig. 3, 4, Taf. 22, Fig. 1-4, 6, Taf. 23, Fig. 1,3, 4

Die Palmenfunde von Rauscheröd stehen nicht alleine da, sondern werden begleitet von vielen weiteren Holz- und Stammresten verschiedener Taxa, was SELMEIER in seinen

verschiedenen Publikationen klimatisch nie berücksichtigt hat. Alle Floren des Untermiozäns von Süddeutschland haben subtropisch bzw. warm-gemäßigten Charakter, niemals tropische Elemente in der Komposition der Vegetation.
SELMEIER hat in einigen Publikationen bereits die Kieselhölzer von Rauscheröd gewürdigt (1983, 1985, 1986) wobei er immer wieder die Hölzer mit den Sedimenten in unmittelbaren Kontakt stellte, d.h. die gesamte Flora als untermiozän darstellte und die „tropischen" Bedingungen auf die OMM übertrug.
Die folgende Liste zeigt das Vorkommen von Taxa der Ortenburger Xyloflora und bringt kurz ihre Zuordnung zu tropischen Gegebenheiten im Klima (excl. Palmreste, Tab. 5).
Zu einigen Taxa seien hier Bemerkungen gebracht, um Missverständnisse zu vermeiden :
Zu 4 : *Castanoxylon* ist nicht als Castaneenholz zu sehen, sondern zu *Castanopsis* zu stellen (Näheres vgl. bei GREGOR 2008, Kap. 3.1.3, GREGOR et al. 2005, Kap. 4.2.6).
Zu 1, 5, 7, 9 : Die heute rein tropisch verbreiteten Verwandten der fossilen Hölzer, wie *Bombacoxylom, Grewioxylon, Carapoxylon* und *Homalioxylon* sind absolut nicht im Miozän zu finden, sondern nur in eozänen Floren, die tropisch geprägt sind (vgl. GREGOR et al. 2005, Kap. 4.2.8.2 und hier Kap. 4.4 und 4.5).
Zu 3 : Die restlichen Taxa sind durchaus subtropisch oder sogar gemässigt, wobei von diesen Familien Taxa in den Tropen vorkommen (z.B. Ericaceen). Letztere könnten im Miozän zu finden sein, aber die gesamte Komposition schließt dies aus, da sie keinerlei Hinweise auf tropische Taxa dieser Gruppe liefert.
Zu 1-9 : Die gesamte Komposition lässt keinen Vergleich mit irgendeiner Molasseflora aus Blättern oder Diasporen zu – letztere sind autochton und ohne jegliche Umlagerungsspuren (z.B. GREGOR 1982).

4.2 Palökologische Besonderheiten

4.2.1 Die Gymnospermen-Armut der bayerischen Floren

Ein Wort noch zur Gymnospermenarmut der Kieselhölzer von Ortenburg (SELMEIER 1983: 109), die auch GOTTWALD (2004) bestätigt hat. Autor GREGOR hat bereits 1982 die Gymnospermenarmut (excl. Sumpfelemente wie *Glyptostrobus*) der Molasse erwähnt, die durchlaufend ist und z.B. kaum Kiefern usw. in den Ablagerungen zeigten - dies im Gegensatz zu den rheinischen Jungtertiärstandorten mit dominantem Gymnospermenanteil. Ebenfalls haben wir Vergleiche mit ähnlichen Waldtypen z.B. im Wabash Valley in USA gemacht und die spezielle Koniferenarmut in der Molasse auf diese Weise interpretiert (z.B. GREGOR 1982).
Insofern ist die Interpretation von SELMEIER (1983:109) vollkommen unsinnig, der die gymnospermenlosen küstennahen Tropenwälder als Vergleichsbiotope heranzieht (die Gymnospermen bevorzugen in den Tropen höhere Gebirgslagen!).

4.2.2 Das *Castanoxylon*-Problem

Zu den *Castanoxylon*-Hölzern sei hier kurz ein Beitrag gebracht, da die Zugehörigkeit der fossilen Hölzer zu *Castanea* oder *Castanopsis* Probleme bereitet (vgl. Auch HOLLEIS & GREGOR 2004).

SELMEIER hat (1981:21) bei den *Castanoxyla* eindeutig die Gattung *Castanopsis* als rezente Vergleichsform postuliert (von Prielhof usw. vgl. auch 1985: 19), dort aber auch *Castanea* in völlig wirrer Abfolge genannt (ders. 1970a, b, 1972)
Castanoxylon bavaricum von Weidersberg (ders. 1970) soll nach diesem Autor echt zu *Castanea* gehören (gl. ders. 1989: 421) was hier in Zweifel gezogen wird - wie oben ausgeführt- wir haben niemals diese Gattung in der Molasse, sondern nur *Quercus*-Fossilien mit *Castanea*-artigen Blättern.
Da also wie bei GOTTWALD (1997) ausgeführt, beide Genera, *Castanea* und *Castanopsis*, nicht zu unterscheiden sind, haben die Überlegungen SELMEIERs zu Standort und Klima keinen Sinn.

4.2.3 Zweige und Wurzeln

Bis jetzt waren alle Reste der Rauscheröder Hölzer mehr oder weniger groß bis sehr groß. Aus der Sammlung KRAHN kommt nun ein relativ kleiner Rest mit einen Durchmesser von nur 2,0-2,5 cm. Die Länge beträgt jetzt nach Entnahme der Schliffstücke 7 cm (vorher 8,5 cm). Dies ist wohl das kleinste jemals gefundene Stück und zeigt an einem Ende völlige Auflösung der silifizierten Strukturen in einer halbrunden Höhlung, das andere Ende ist glatt verkieselt und zeigt im Schliff sehr schöne Strukturen (Taf. 23, Fig. 3, 4 und Taf. 29, Fig. 5).
Aufgrund der ungewöhnlichen Struktur, der Kleinheit, eines winzigen Restes anhaftender Rinde (?) kann man hier an eine Liane denken, da nach eigener Anschauung diese mit verholzten Zweigen bzw. Stämmchen recht robust ist und sich gut erhalten kann. Eine Liane würde natürlich sehr gut in die Komposition der fossilen Hölzer passen, da im Regenwald-System Schmarotzer jeglicher Art häufig sind. Andrerseits sind natürlich Wurzeln oder dünne Ästchen keineswegs auszuschließen, aber praktisch nicht bestimmbar. Im Anschliff sind die Leitbündel als Lakunen zu sehen (Taf. 29, Fig. 6, 7). Die Gesamtkomposition wird hier im Mikrobild deutlich, wobei die Verkieselung etwas durchsichtig erscheint (Taf. 30, Fig. 1-6).
Die zugehörigen Schliffe sollen in einer extra Arbeit näher untersucht, evtl. mit gekreuzten Nicols fotografiert und in Richtung Altersdatierung bearbeitet werden.
Ein etwas dickeres Exemplar hat ebenfalls eine sehr destruierte Oberfläche und zeigt partielle Auflösungserscheinungen (Taf. 24, Fig. 4-6).

4.3 Floren der OMM und BWM

Warum SELMEIER (1983: 110) schreibt: „das Mahagoniholz aus Rauscheröd ist hierfür ein erster paläoxylotomischer Beleg jener paläobotanischen einstweilen nur ganz ungenügend zu kennzeichnenden Vegetation der Zone MN 4b“ (Unkenntnis von Literaturdaten?, vgl. dazu aber JUNG & MAYR 1980: 165), bleibt unklar, da die Vegetation dieser Zeit recht gut fassbar ist (GREGOR 1982: Phytozone OSM 1-2). Eben aufgrund dieser gut bekannten Vegetation, z.B. von Langenau (GREGOR 1982: 31-33), ist das Vorkommen von tropischen Hölzern absolut unglaubwürdig und schon aus diesem Grunde eine Umlagerung anzunehmen. Langenau hat nur zwei Mastixien geliefert, die in der Zeit vorher (Wackersdorf, vgl. GREGOR 1978, 1980) überaus häufig waren und gut zu Palmen passen würden. Der Rest der Frucht- und Samenflora besteht u.a. aus Toddalien, Zanthoxyleen, *Nyssa, Olea, Paliurus*, Cornaceen, Vitaceen, Wasser- und Sumpfpflanzen, *Glyptostrobus* u.v.m., die eindeutig

subtropischen Charakter haben, aber keinerlei Palmreste aufweisen, nicht einmal *Calamus daemonorhops*.

Über verkieselte Hölzer aus dem Untermiozän Süddeutschlands hat Autor GREGOR bereits 1983 referiert und auf den Unfug, "tropische Elemente" hingewiesen, die nur im umgelagerten Zustand in den Molassesedimenten zu finden sind (nur Xylofloren). Die autochthonen Elemente sind durchgehemd subtropisch bzw. warm-gemäßigt (Karpo- und Phyllo-Floren).

Wir haben z.B. von der Sandgrube Höch bei Passau, von Ursendorf bei Pfullendorf und von Eggingen folgende Typen vorliegen (Tab. 6), wobei man sofort den Unterschied zur Ortenburger Flora sieht: Conifera und gemäßigte (subtropische) Holztypen. Es fehlen also alle tropischen Elemente. GREGOR (1983: 35) schreibt: „Kiefern und weitere Koniferen, Lorbeerverwandte, Ericaceen und *Taxodioxylon gypsaceum* (*Glyptostrobus*?) wuchsen am Rand der untermiozänen Meeresküste entlang bzw. im Landesinneren und wurden dann als Treibholz einsedimentiert" (und dabei auch verkieselt). Das wäre eine autochtone Flora, die zeitgleich mit dem Sediment ist – alles im Gegensatz zur Flora von Rauscheröd. Interessanterweise gibt es ein Kieselholz aus der Oberen Meeresmolasse aus der Sandgrube Höch, das einen Gang einer Pholadide aufweist. Das Holz muss also an der Küste entlang gedriftet sein und wurde von diesen Bohrmuscheln befallen – ein Beweis für Drifterverhalten und aufgrund der gemäßigten Zuordnungen der Hölzer eine autochthone Flora!

Vom nahen Türkenbach, aus Sedimenten der BWM hat SELMEIER 1981 ein neues Rutaceenholz, „*Fagaroxylon bavaricum*" mitgeteilt, welches zu „*Zanthoxylon*" gehört (warum *Fagara*, die Gattung mit höherem Anteil tropischer Formen bzw. ganz pantropischem Areal verwendet wurde, ist unklar!) Der 1,6 m lange Stamm mit einem Gewicht von 600 kg hatte eine Verwitterungsrinde und stammt aus der Basis des südlichen Vollschotters. Ob er ebenfalls aus dem Paläogen umgelagert sein könnte, muss erst noch weiter untersucht werden, wenn auch SELMEIER (ibid: 158) bereits „mehrfache Umlagerung" annimmt (hier schon - und Ortenburg, keine Umlagerung? Hier liegt eine logische Diskrepanz vor!).

Was Baden-Württemberg angeht, so liegt die hervorragende Arbeit von SACH (2014) vor, die sich auch mit Pflanzenresten aus der OSM, der BWM und der OMM beschäftigt. Aus der Brackwasser-Molasse von Eggingen-Schleiche nennt der Autor (ibid.: 92) „aufgearbeitetes Palmenholz (*Palmoxylon* sp.)", des Weiteren von anderen Fundstellen nur unbestimmbare Kieselhölzer. Aus der OMM von Baltringen finden sich ebenfalls nur unbestimmte Kieselhölzer (ibid.: 105). Von Eggingen hatten GREGOR & LUTZ schon 1984 (S. 59, Fig. 166-173) völlig verkieselte Reste von Palmen erwähnt, die so schlecht erhalten waren, dass sogar die Leitbündel fehlten (vgl. hier Taf. 29, Fig. 1-4) aber trotzdem eindeutig zu *Fasciculites* sp. gehören (früher als *Palmoxylon baccillare* bezeichnet).

4.4 Eozäne Floren aus Bayern und angrenzenden Gebieten

Eozäne Megafloren sind praktisch aus Bayern keine bekannt, wohl aber Einzelfunde. Noch unpubliziertes und nicht näher untersuchtes Material findet man in den Sammlungen BACHER und HUNKLINGER, vgl. HAGN, DARGA & SCHMID 1992), darunter angeblich Juglandaceen (?), die aber wohl eher Palmenreste sind (GREGOR 2003).

Das Eozän in Bayern ist vor allem im Gebiet des Chiemsees, bei Kressenberg, Siegsdorf, Rohrdorf, Hallthurm und im österreichischen St. Pankraz aufgeschlossen. Hier kommen

marine Sedimente vor, die u.a. auch Pflanzenreste geliefert haben (vgl. Zusammenstellung in Tab. 7).

Gemeinsam ist dieser Aufstellung eozäner Taxa, dass es sich hauptsächlich um Drifter, also marin geprägte Formen handelt (bis auf die Blattreste). Auf jeden Fall sind sie eozänen Alters und ergänzen die Kieselhölzer aus Rauscheröd, wenn auch in anderer Fazies.

Es sind vor allem Drifterfrüchte zu erwähnen, die zu den Icacinaceen zu stellen sind: *Palaeophytocrene Kressenbergensis,* welche aus dem Eozän von St. Pankraz in Österreich beschrieben wurde (TICHY 1980). Dass diese Familie praktisch rein tropisch ist und „Stranddrifter"-Früchte hat, gibt eine gute regionale Vergleichsmöglichkeit mit den „tropischen Formen" von Rauscheröd.

Von BUFE wurde 1978 in einer Diplomarbeit ein Rest von *Nypa burtini* aus dem Reichenhaller Gebiet erwähnt (Eozän, vgl. BUFE 1978).

Rauscheröd betreffend haben wir die rein tropischen Formen von Bombacaceen und die hauptsächlich dort vorkommenden Flacourtiaceen und Ebenaceen sowie die tropischen Vertreter der Meliaceen und Tiliaceen vorliegen. Die Lauraceen und auch „*Castanopsis*" sind subtropisch, ebenso möglich ist dies bei Ericaceen und Myricaceen. Insgesamt sieht man also einen deutlichen Trend zu hochsubtropischen-paratropischen Gegebenheiten - was dem jungtertiären Ökosystem widerspricht, aber gut zu dem alttertiären passt.

Die im Chiemseegebiet vorkommenden Formen von *Nipa* und Icacinaceen passen ebenfalls sehr gut in das eozäne Bild der Vegetation von Rauscheröd im „Eozän", sind aber im Gegensatz dazu nicht marin geprägt, sondern bereits fluviatil – und dann fluviatil im Miozän weiter transportiert..

Leider kann die tropische, sehr gut erhaltene Flora des Bolca-Gebietes (Oberitalien) hier nicht verwendet werden, da die Flora nur ungenügend neu bearbeitet ist (WILDE et al 2014).

Zu den geographischen Vorstellungen zu diesen Befunden im Eozän sei auf die Abb. 5 und Abb. 6 verwiesen.

4.5 Europäische Floren des Paläogen

In Europa liegen ja eine Menge schöner Floren vor, meist Blätter- oder Fruchtfloren. Diese geben eine sehr gute Einschätzung der tropischen Bedingungen und weisen eine Menge Taxa auf (vgl. z.B. COLLINSON 1983, Tab. 3).

Die folgende Tab. 8 zeigt die Anzahl der jeweiligen wichtigsten Familien verschiedener Komplexe Europas im Vergleich zueinander, wobei das Hauptgewicht auf das tropisch-subtropische Verhalten gelegt wird.

Interessant erscheint hier, dass das Chiemseegebiet (Abb. 6) paläobotanisch keine Ähnlichkeit mit Rauscheröd hat, was durch die Problematik „marine Drifter-Hinterlandwald" klar wird.

4.6 Geologische Überlegungen zur Umlagerung

4.6.1 Einführung zur Rauscheröder Xyloflora

Wie muss man sich nun die Umlagerung vorstellen, d.h. wie kommen „paläogene" Hölzer in die OMM? Nun genauso wie der Fund der *Tempskya* aus der Kreide (woher?) im pleistozänen Schotter um München (vgl. SELMEIER 1983) oder die Funde dreier verschieden alter Kieselholzfloren im Delsberger Becken (vgl. SELMEIER 1982).

Wir postulieren also folgende Vorgänge für diese mehrfachen (zweifachen) Umlagerungen (vgl. nähere Definitionen bei GREGOR, VELITZELOS & GREGOR 2005):

- Absterben eines Stammes im eozänen Wald der Region
- Transport des Stammes mit (teilweiser) Abrasion der Rinde und Vollsaugen mit Wasser
- Absinken des Stammes in (eozänen) Sedimenten der ersten Lagerstätte
- Relativ schnelle In-situ-Verkieselung des Stammes mit voller Erhaltung der Zellstrukturen, also Diagenese
- Ruhen des verkieselten Stammes im Sediment bis zur Erosion durch unbekannte Kräfte und Freilegen des Objekts
- Abrutschen bzw. Umlagerung des Stammrestes in jüngere Sedimente, hier des Ortenburger Schotters
- Einlagerung des Objekts im Miozänen Schotter mit anschließender „Verwitterung" bzw. „Anlösung" der äußeren Teile im Sediment
- Erneute Freilegung des Objekts durch Abbau in der Kiesgrube und Aufstellung auf „tertiärer" Lagerstätte, z.B. im Museum.

Wenn wir das Blockbild von GRIMM 1975 (in GRIMM 1977, Grafik 2) als Modell hier modifiziert übernehmen, können wir die Umlagerung der Hölzer von Rauscheröd recht gut nachvollziehen.
Großregional geologisch gesehen zeigt das theoretische Profil durch die Ostmolasse eine Auflage der Ortenburger Meeressande und -schotter auf das Kristallin des Moldanubikums, p.p. auf Malm, Kreide und miozäne Brackwasser-Sedimente (GRIMM 1977, Grafik 1). Man könnte nun eine ehemals auf Kreide liegende paläogene Schicht (Eozän?) annehmen, aus der die Hölzer stammen und die somit hier in den Kreislauf der Umlagerung gelangte. Auch eine Herkunft aus Ungarn etc. wurde diskutiert (vgl. GOTTWALD 1997).
Zur Umlagerungsproblematik sei nochmals SELMEIER (1983: 109) zitiert, den Mahagonistamm in der Ausstellung des Paläontologischen Museums in München betreffend: „ein längerer Transportweg zwischen dem Ort des Wachstums und dem der Sedimentumhüllung ist daher auszuschließen und als Annahme abwegig" - dies aufgrund der rauhen Oberfläche (geglättete Oberflächen fehlen!) – eine mehr als irrige Annahme. SELMEIER weist (1989: 412) zwar selbst auf „mehrfache Umlagerungen und Aufarbeitungen in periglazial-fluviatilen Schottern" der Westmolasse (ibid. 439) hin und ergänzt dies durch Bemerkungen wie: „bei vielen Kieselhölzern ist eine altersmäßige Einstufung jedoch nicht mehr möglich oder höchst fraglich".

4.6.2 Umlagerung im Ortenburger Schotter

Wie schon in Kap. 2.2 und 2.3 behandelt, haben die Palmen bei den Kieselhölzern von Ortenburg eine eigene Problematik, da sie sicher auch aus einer anderen Zeit stammen als manche Angiospermen von dort. Ein Verdacht liegt im etwas anderen Verkieselungsprozess bei den Wurzelbasen, wobei blauer Chalcedon (s.o.) eine Rolle spielt. Nur eine Thermolumineszenz-Analyse ließe eine solche Problematik lösen, was vielleicht in Zukunft geschehen könnte (vgl. auch GREGOR et al. 2005: Taf. 37, Fig. 1-3).

Wenn also die Angiospermenflora von Rauscheröd aus dem Paläogen (Eozän z.B.) stammt und die Palmen (pp) aus dem Neogen, wären evtl. 2 Komplexe in Rauscheröd vorliegend, was aber doch wohl etwas unwahrscheinlich wäre - aber nicht völlig ausschließbar.
Wie kann nun diese Umlagerung bewiesen werden? Dazu müssen wir aufgliedern in die Flora aus den hangenden Mergeln (GREGOR 1982) und den in den Ortenburger Schottern liegenden Kieselhölzern (GOTTWALD 1997). Dass der genannte Autor als Direktor des Holzforschungsinstitutes in Hamburg genügend Erfahrung mit problematischen Funden hatte, wird ergänzt durch seine Publikationen über eozäne Vorkommen von Helmstedt und dem Geiseltal (GOTTWALD 1966, 1976, 1992), aus den Aachener Sanden (Kreide, GOTTWALD 2000), der südlichen Frankenalb (Miozän umgelagert!, GOTTWALD 2002, 2004) und ausländischen Vorkommen (Chindwin-Basin, GOTTWALD 1994). Leider hat sich SELMEIER in seinen vielen Publikationen nicht über diese Problematik geäußert.
Die hangenden Mergel wurden in GREGOR (1982: 51) näher beschrieben und eine Florula aus Fruktifikationen vorgestellt. Die als *Hemitrapa heissigi* bezeichnete „Leitart" ist allerdings falsch bestimmt und wurde vor kurzem revidiert (GREGOR 2017b). Die Vergesellschaftung ist eindeutig Miozän und unterscheidet sich deutlich von der Kieselholzflora, die eben sicherlich aus älteren Schichten (z. B. dem Eozän) stammt.

4.6.3 Umlagerung in Molasse-Sedimenten

In allen Fällen, sowohl im Paläogen als auch im unteren Neogen sind Palmen zuhause (vgl. GREGOR 1980) und sterben erst im mittleren bis höheren Neogen in der Molasse aus (ibid.)
Wenn die Palmenfunde aus den Molassesedimenten nicht in die Zeit der OMM oder OSM gehören, fallen Überlegungen weg, wie sie SPITZLBERGER (1987: 435 im Sinne JUNGs 1981) vorträgt: „.....kommen nur rezente Vergleichsformen in Frage, die auch unter klimatisch kühleren Bedingungen leben." Dass dabei die Gattung *Trachycarpus* ins Spiel kommt, darf nicht verwundern, da diese Form kälteresistente Arten aufweist.
Da ich bereits früher Umlagerungen in der Molasse postuliert habe und inzwischen viele Kollegen und Fachleute (H. GOTTWALD 1997, H. J. UNGER, pers. Mitt.) dieser Meinung sind, ist auch die Beurteilung SPITZLBERGERs über den Fund eines Palmenblattes aus Goldern bei Landshut (ibid 435) unsinnig - denn erstens ist bisher nicht bewiesen, dass es sich um ein Palmblatt handelt (evtl. Cyperacee?, nomen nudum SPITZLBERGERs, der schon öfter paläobotanische Verwirrungen durch seine Publikationen hervorgerufen hat) und zweitens wäre Goldern eine der tiefsten Fundstellen der Molasse (MN 5, Karpat), in der, wie in der Schweiz, noch möglicherweise Palmenreste vorkommen könnten - im Gegensatz zu den höheren Partien in der OSM. Hinzu kommt, dass in der Molasse (spezielle der OSM) niemals Palmfrüchte gefunden wurden – im Gegensatz zu den untermiozänen Dattelpalmen der Tschechei (BUZEK 1977). Wenn dann könnte man noch Würgepalmen erwarten, wie es in Ponholz der Fall ist (*Calamus daemonorops*, vgl. GREGOR 1989: 24), aber keine stammbürtigen Palmen. Dass im Rheinland in der Braunkohle größere Palmreste vorkommen, darf nicht verwundern, da damals das Klima eindeutig in dieser Region bevorzugt war – was sich auch in den Diasporen-Floren widerspiegelt (vgl. dazu die Publikationen von GÜNTHER & GREGOR 1989-2004, LIEVEN & GREGOR in Vorb.).
Als letztes Problem hierbei kommt es noch vor, dass Fehlbestimmungen vorliegen, die zum Nachweis von Palmen „verführen" könnten (RADWANSKI 2010) – eine *Phoenix szaferi*. Es

sind in Wirklichkeit die Reste bzw. die Grabgang-Ausfüllungen eines Schiffsbohrwurmes (Teredo!).

4.6.4 Probleme bei weiteren Fundstellen

In Mitteleuropa gibt es eine ganze Reihe von Fundstellen mit Xylofloren. Einige sollen hier ausgewählt werden, um bei der Klärung der Ortenburger Hölzer dienlich zu sein.
Die kreidezeitlichen Hölzer der Aachener Sande wurden von GOTTWALD (2000) näher untersucht, systematisch beschrieben und in ihrer Komposition, ihren Klimadaten, ihrem Standort und ihrer eindeutigen Umlagerung dargestellt (ibid: 35-38). Trotz einer relativ modernen Komposition der Xyloflora handelt es sich um Kreidehölzer, die nicht umgelagert sein können und meist Bohrmuschelspuren aufweisen (Taf. 21, Fig. 1, 2).
In zwei Arbeiten wurde genau beschrieben, warum die Hölzer von der Südlichen Frankenalb nicht autochthon sein können, sondern eindeutig umgelagert sind (GOTTWALD 2002: 29-32; ders. 2004: 56-61).
Weitere interessante Lokalitäten wurden bereits bei GREGOR, VELITZELOS & HOLLEIS (2005) näher untersucht und der Begriff „fossiler Wald" geklärt. Umlagerungsphänomene sind hier sehr häufig angegeben.
Der fossile Wald auf Sardinien ist „umgelagert" (GREGOR et al. 2000), ebenso sind die Hölzer aus der Sahabyi-Formation in Libyen nicht geeignet zur Klima- oder Öko-Rekonstruktion der Ablagerung (GREGOR & VELITZELOS 1997, 2003), da sie aus älteren Ablagerungen stammen.
Wie zu sehen ist, muss man unterscheiden zwischen echtem Vorkommen von Palmen zu einer bestimmten Zeit und deren Umlagerung in jüngere Sedimente mit dementsprechend falsch interpretiertem „tropischem Klima".

5 Costa Rica als heutiges Vergleichsmodell

5.1 Palmenstrand bei Punta Banco

Tafel 10, Fig. 1-2, Tafel 13, Fig. 1-4, Taf. 14, Fig. 1-4, Taf. 15, Fig. 1-4, Taf. 18, Fig. 2

Einige Beispiele sollen zum Vergleich aus dem weiten Feld der rezenten Palmen gebracht werden. Einen Längsschnitt und eine Längsansicht zeigt Taf. 10, wobei kein Taxon hier genannt werden soll – vermutlich handelt es sich aber um eine Kokospalmen-Verwandte (Stammrest aus dem Botanischen Garten München). Nachdem die *Fasciculites*-Fossilien (*Rhizopalmoxylon* und *Palmoxylon*) auch keiner heutigen Vergleichsart zugeordnet werden können, erübrigt sich eine genaue Ansprache. Es werden angesägter Längsschnitt (Taf. 10, Fig. 1) und Außenansicht des Stammes (Taf. 10, Fig. 2) gezeigt. Im ersten Falle sieht man schön den gesamten Leitbündelverlauf des Stamminneren, im zweiten Falle den Wurzelmantel des Basalstammes. Bastzone und Wurzelteile sind ebenfalls in beiden Bildern sichtbar.
Die folgenden Vergleiche mit Kokospalmen bedeuten nicht, dass es sich bei den fossilen Palmen von Rauscheröd um Kokosverwandte handelt, sondern dass diese nur als Modelle für Umstrukturierungsvorgänge, Absterben, Umlagerung und Wurzelbasiserhaltung dienen sollen, da die echten Vergleichsarten nicht bekannt sind. Zur Information über die Art *Cocos nucifera*, die einzige Art der Gattung, sei ihre Heimatregion Südost-Asien bis Indien genannt. Fossilfunde gibt es aus dem Jungtertiär von Australien und Neu-Guinea, aber auch aus Europa

(Verona, Eozän), was eine weite fossile Verbreitung bedingen würde, ähnlich wie vielleicht die Nypa-Palme, die ebenfalls in Europas Alttertiär vorkommt (TRALAU 1964).
Aus Costa Rica (Abb. 7) werden einige Bilder von *Cocos nucifera* gebracht, die das lose Wurzelwerk am Strand von Punta Banco (S Golfito, Abb. 8 und 9) im Süden des Landes zeigen – ausgewaschene Stellen mit z.T. gefallenen und zerstörten Palmen durch Brandungserscheinungen (Taf. 11 und 12 und 18, Fig. 2 und 4).
Ganze Wurzelbereiche von Palmen findet man öfters auch an tropischen Stränden, die im Bereich von Ebbe und Flut hin und her driften. Irgendwann verkieseln diese „Stubben" und können mit ihren dichten Wurzeln, mit Sediment verkeilt, umgelagert und auf sekundärer Lagerstätte abgelagert werden.
Wichtig erscheint Folgendes: Es handelt sich bei den gezeigten Überresten von stammbürtigen Palmen, wie wir sie ähnlich von Ortenburg haben (Taf. 9), um wurzeltragende basale Stubben, nicht nur um kleine Holzreste. Im Gegensatz dazu sind die Reste von Würgepalmen, z.B. *Calamus daemonorhops,* nicht umlagerungsfähig aufgrund der zarten Stacheln und fehlender Basen.
Letztere sind durchaus im Oligo-Miozän beheimatet, die ersteren müssen eozänen Alters sein und können bis in pleistozäne Schichten umgelagert sein. Insofern sind rezente Studien hier sehr hilfreich.
Die schwarzsandige Küste von Punta Banco (Abb. 9) zeigt viele schrägwachsende Kokospalmen, meist mit deutlichen Wurzelmänteln an der Basis. Besonders schön ist dies bei Driftholz zu sehen, auch im eingegrabenen Zustand nach heftigen Brandungsereignissen (vgl. zu allem Taf. 13, Fig. 1-4). Es kommt wohl von den Bergen östlich Punta Banco, wie an der Küste entlang deutlich zu beobachten war.
Treibholzstämme sind am Strand sehr häufig, darunter auch oft Palmstubben, -hölzer und andere Teile. Wurzelmäntel sind fast immer vorhanden, ebenfalls leitbündelreiche Stammteile und innere Ataktostelenreste (vgl. Taf. 14, Fig. 1-4).
Dieser Vergleich betrifft nur die palmenbestandene Küstenregion, nicht den tropischen Hangwald dahinter. Dieser wird in Kap. 5.2 näher beachtet.

5.2 Laubhölzer am Strand von Costa Rica
Taf. 16, Fig. 1-6, Taf. 17, Fig. 1-7, Taf. 18, Fig. 1-5

Zum besseren Verständnis der Fragen, wie Baumstämme umgelagert werden, als Meeresdrifter landen, von Bohrmuscheln angebohrt werden – oder nicht, und anderer Probleme seien hier Beobachtungen von der SW-Küste Costa Ricas gestattet. Dort, bei Punta Banco am Ende der Welt, findet man einen Küsten-Regenwald die Berghänge hoch (bis auf 500 m NN), wobei direkt am Strand die vorhin erwähnten Kokos-Palmen wachsen. Wir haben also alle Gegebenheiten vor uns, ähnlich wie in Rauscheröd im Unter-Miozän, dort aber mit verkieselten Hölzern.
Diese taphonomisch interessanten Beobachtungen sollen hier in ein Bild gebracht werden, das uns die Problematik vielleicht erklären kann: Die tropischen Taxa (Tab. 4) und die Palmen passen eben nicht in das Untermiozän Bayerns, in die Obere Meeres-Molasse.
Andrerseits muss man auf die riesigen Stammreste z.T. mit Wurzeln hinweisen (Taf. 19, Fig. 1, Taf. 22, Fig. 2), die in dieser Größe sehr selten sind und für manche Kollegen ein Beweis für „Nicht-Umlagerung" sind, da die Größe maßgeblich erscheint. Hier muss man darauf

hinweisen, dass die Größe keine Rolle spielt, sondern mit dem richtigen Gleitmittel (Feinkies des Ortenburger Schotters) eine Umlagerung über weitere Distanzen durchaus möglich erscheint.
Zur Komposition sei kurz eine Liste von Vergleichstaxa zu den Rauscheröder Typen gebracht, wobei aber nur Verwandtschaften zählen, nicht die einzelnen Gattungen, denn diese sind je nach Land z.T. völlig verschieden (Tab. 9).
Gerade *Homalium* und *Carapa* incl. *Cedrela, Bombax* und Ebenaceen passen sehr gut zum tropischen Zentral- und S-Amerika, *Homalium* sogar direkt zu Costa Rica.
Selbstverständlich gibt es wie überall im Tertiär Durchläufer (*Myrica, Erica*) und rein asiatische Formen (*Cinnamomum*).
Es ist auch keineswegs auszuschließen, dass eine Mischflora vorliegt, wobei die gemäßigten Elemente durchaus in der Oberen Brack- bzw. Süßwasser-Molasse vorkommen können, z.B. *Cinnamomum* oder *Myrica*.

5.3 Costa Rica und andere Länder – Vergleichsmodelle

Das vorherige Modell eines heutigen „eozänen" Modells in Costa Rica ist natürlich nur eine Möglichkeit, die Gegebenheiten vor mehr als 40 Jahrmillionen zu „rekonstruieren". Dass dies nur bruchstückhaft möglich ist, erscheint logisch, wurde aber erfolgreich mit miozänen Systeme seit längerem gemacht. Sind die Modelle von TEICHMÜLLER (1958) für die niederrheinischen Braunkohlen noch revisionsbedürftig, da es erste Überlegungen zum Thema waren, so ist das Feld heute ausgereift. Wir wissen, dass prinzipiell amerikanisch-asiatische Floren dieselben waren, wie die europäischen, und das seit dem Beginn des Tertiärs. Besonders im Mio-Pliozän können wir sehr schöne Vergleiche machen, da die Taxa mit jüngerem Alter besser bestimmbar sind. Wichtig sind dabei die Beobachtung der ökologisch-biostratinomischen Bedingungen, die Fazies-Bereiche und der Klimaregionen. Als Beispiele seien einige Taxa und Vegetationseinheiten genannt, die heute in ihrer Gesamtheit verstanden werden:
Tetraclinis, kein arides Element (GREGOR & MELLER 2006),
Taxodium distichum, kein Everglades-Modell (GREGOR 2008)
Paliurus, keine aride Form (GREGOR 2008)
Pocosins (KNAPP 1965)
Chinesische Sumpfwälder (GREGOR 1982)
Shola forest (GREGOR 2007)
Tropische Küstenstrandflora (siehe diesen Beitrag)
Mesophytische u.a. Wälder (GREGOR 1982: Kap. 3.3.2.1 und 3.3.2.2, 3.3.3)
Pandanus-Mangrove (GREGOR, eigene Beobachtung)
Unser Thema, die tropischen Küstenwälder betreffend, seien noch andere Gebiete erwähnt, die eine ähnliche Problematik wie bei Rauscheröd betreffen. In allen tropischen fluviatilen Systemen sind die Verhältnisse etwa ähnlich: erhöhter Anteil gelöster Kieselsäure, hohe Strömungsgeschwindigkeiten und damit hohe Transportenergie, evtl. tempestitartige Ablagerungen, Holzflora als Treibgut ohne bohrende Organismen, tropische Hölzer incl. Palmen, Umlagerungsphänomene usw.

In den Tropen nun sind die Verhältnisse noch intensiver, was ich in Guatemala und Indien studieren konnte. Es seien genannt:
Guatemala: Region Motagua und Rio Dulce (Auwälder, Küstenwälder, Mangrove).
Süd-Indien: Godavari-Fluss bei Rajamundry, Küste bei Madras Odarevu, Uppada), Mangrove bei Pichavaram, Santiniketan (fluviatile Systeme mit Kieselhölzern).
Costa Rica: Mangrove von Sierpe, Küste im SW von Golfito bis Punta Banco.
Erwähnenswert sind die Wasserstände von Flüssen, z.B. beim Godavari, die um 9 m (in Worten neun!) steigen können – die Transportenergie ist damit äquivalent (ähnlich der Mississipi, vgl. Überflutung bei New Orleans im Jahre 2011.

6 Allgemeine Probleme bei Kieselhölzern

6.1 Mineralisation

Der Hauptteil der Verkieselung besteht aus grauem bis bräunlichem Kieselsäureanteil (flintartig), ziemlich kompakt im Inneren der Querschnitte. Eine äußere Zone zeigt deutliche Veränderungen, speziell eine Auflösung der Verkieselung in den Leitbündeln bzw. kleineren Gefäßen, was eine gewisse Porosität verursacht. Deutlich sieht man die gesamte Oberfläche gelbweiß verwittert und angelöst, während die zentralen Teile alle kompakt sind.
„Aufhellung .... durch Ausbleichung an der Holzoberfläche durch aggressive Lösungen" hat bereits SELMEIER (1981: 18) erwähnt. Im Ortenburger Schotter können wir durch Oberflächenwasser ja ebenfalls säurehaltige (humose Chemikalien) Lösungen postulieren, die die Baumstämme in-situ schädigen (vgl. zu allem LANDMESSER 1994: 75).
Es lässt sich auch gut zeigen, dass z.B. die Wurzeln der Palmen mit blauem Chalcedon erfüllt sind, während die Hauptmasse des Xylems eine weißliche Kieselsäure-Ausfüllung zeigt (Taf. 25, Fig. 10-12).
Im Inneren der größeren Stücke kommt es zur Ausfällung schwarzer Kieselsäure, die in relativ direktem Kontakt zur weißlich-grauen äußeren Hülle steht. Es ist unklar, was diese Farbänderung zu bedeuten hat. Möglicherweise handelt es sich um verschiedene Bedingungen der Verwesung in den Stubben, als sie noch z.T. lebendes Gewebe beinhalteten.
Auf den Tafeln 30 und 31 werden die Silifizierungsphänomene kurz näher dargestellt. Auf Taf. 31 (Fig. 1-6) finden wir eine zerstörte Zellstruktur, die dadurch entstehenden Lakunen gefüllt mit blauem Chalcedon/Achat, einzelnen Bergkristalldrusen und gelblichen Holzstrukturen. Die Zellstrukturen sind zerfetzt, vermutlich bedingt durch vulkanische Tätigkeiten, was wieder für Allochthonie sprechen würde. Im Originalzustand sowie im Mikrobild sieht man die Lakunen sehr schön (Taf. 24, Fig. 1, 2, 8, 9).
Bei der Wurzel/Liane ist die Mineralisation anders, nämlich gelbliches und bläuliches Kieselsäurematerial (z.T. bräunlich und weißlich), fast durchsichtig (Taf. 30, Fig. 1-6), aber mit deutlichen Leitbündelsträngen.
Bei einer Oberfläche sind eindeutig traubig-nierige Chalcedonstrukturen zu sehen, die das vorhin gesagte unterstützen (Taf. 24, Fig. 7).
Über Phänomene zu diesen Silifizierungsvorgängen haben GREGOR, VELITZELOS & HOLLEIS bereits genug geschrieben (2005: 11, 12). Neuere Untersuchungen sind z.T. experimenteller Art (BALLHAUS et al. 2012, HELLAWELL et al. 2015), vergleichender Art (MATYSOVÁ 2016) oder untersuchten den Verkieselungsprozess (SAMINPANYA & LIN SUTHERLAND 2013, BALLHAUS et al. 2012, AKAHANE et al. 2015).

Gerade auch die fossilen Palmreste von Eggingen (vgl. Kap. 4.3) zeigen eine strukturelle Auflösung, eine partielle postdiagenetische Umwandlung von Quarz zu Quarzit (STORZ 1928: 5), was bei einigen Vergleichen deutlich sichtbar ist.
Über mögliche Korrosion durch Wasser, Frost, Salz, mechanischen Stress oder biologische Zerstörung informiert vor allem LAMPROPOULOS 2007.
Im Hinblick auf das Rauscheröder Material wären dringend weitere diagenetisch-mineralogische Untersuchungen vonnöten (siehe Literatur oben).

6.2 Ökologie-Taphonomie an fossilen Hölzern

Beschäftigt man sich intensiv mit fossilen Floren jeglicher Art, merkt man schnell, dass diese sich sehr schön unterteilen lassen in diverse ökologische Nischen, klimatische Vorgaben und taphonomische Gegebenheiten. So sind Frucht- und Samenfloren gänzlich anders als Blattfloren, Holzfloren oder palynologische Auswertungen. Zu Problemen kann es kommen, wenn Umlagerungen eine Rolle spielen. Diasporen und Hölzer können umgelagert werden, aber nur auf relativ kurze Strecken, Pollen und Sporen auch weiter (Wind und Wasser), Blätter praktisch überhaupt nicht.
In unserem Falle haben wir Kieselhölzer mit ein bis mehreren Metern Länge und ca. 20-50 cm Durchmesser. Diese Giganten sind natürlich anders umgelagert als z.B. rollende Früchte. Da die Kieselhölzer schwer sind, stellt man sich die Frage, ob ein Transport vor oder nach der Verkieselung passiert sein kann. Da die Stämme und Stammreste von Rauscheröd alle stark destruiert sind, rindenlos, oberflächlich zerfurcht und oftmals mit einer dicken „Verwitterungsrinde“ (vgl. Taf. 20, Fig. 2 und Taf. 21, Fig. 3) gesegnet sind, ist das letztere wohl anzunehmen. Dass bei Hochfluten in riesigen Stromtälern die Wasserenergie durchaus ausreicht, um Zentnerlasten zu transportieren, lässt sich nicht nur in subtropisch-tropischen Gebieten nachweisen, sondern auch bei sog. Jahrhundert-Hochwassern auch bei uns – ich verweise auf viele Fernsehsendungen zum Thema, sowie das Jahrhundert-Hochwasser bei Olching an der Amper 1999 (eigene Beobachtungen).
Wenn die Frage der Energie eines Flusses geklärt ist, bleibt noch die Frage nach der wahrscheinlichen Herkunft der Hölzer und hier haben wir natürlich Probleme, die aber bereits mehrfach angesprochen wurden. Wie war der Bayerische Wald (incl. Frankenwald, Fichtelgebirge und Oberpfalz) im Eozän bewaldet, wie die Gebiete von Ungarn, Österreich oder Tschechien? Wir haben aus allen Regionen eozäne Floren, oftmals vulkanisch geprägt und auch Holzfloren.
Einige Probleme sind bei den Hölzern noch zu klären, so die Kotpillen von Insekten (Taf. 23, Fig. 2) sowie noch unbekannte Bohrspuren bzw. nekrotische Höhlungen, wie beides in Coll. KRAHN (Forsthart) zu sehen ist (Taf. 22, Fig. 4).

6.3 Beobachtungen bei Umlagerungen in Flüssen

Auch heute noch sind Umlagerungsphänomene gut zu beobachten. In Maßen ist das schon in einheimischen warm-gemäßigten Gebieten der Fall, so z.B. am Fiume Taro (Seitenast des Po, Oberitalien, Abb. 14, 15), der in seinem breiten Bett unzählige Kiesinseln, Gumpen, Schlingen, Tümpel, Priele und Barrieren zeigt. Es handelt sich um ein ungezähmtes Flusssystem mit großen Baumstämmen eingestreut, jedes Jahr mit riesigen Überschwemmungen (Taf. 26, Fig. 1, 2, 4, 5). Zusätzlich ist der Taro auch interessant für die

Umlagerungsproblematik schwerer „Stämme“ bzw. Betonteilen einer alten Brücke. Hier wurden nur die Pfeiler senkrecht im Sediment stehen gelassen, die Trümmerteile (schwere Betonpfeiler und –platten) finden sich hunderte von Metern im Flusstal verstreut wieder. Das bedeutet, dass ein energiereicher anastomosierender Fluss bei Hochwasser gewaltige Mengen Schutt transportieren kann (Taf. 26, Fig. 3, 6, 7).

Vergleichbar sind noch zwei „Großsteine“, die im Inn umgelagert wurden und sich weit auf sekundärer Lagerstätte befinden (Taf. 27).

Der Pseudotachylit (ausgestellt im NMA Augsburg) wurde vom Ober-Engadin (Graubünden, Schweiz, Abb. 12, 13, Taf. 27, Fig. 5) bis nach Sur En (Unter-Engadin, Graubünden) transportiert (Finder R. AUGSTEN, Pfronten-Kappel; Gewicht etwa 50 kg; Größe: 50x30x15 cm; zurückgelegte Wegstrecke etwa 100 km).

Der Korallenblock aus der Trias (Oberrhät-Riffkalk, Ausstellung Alpen im Riff-Museum Gerstetten/Alb) stammt vermutlich irgendwo aus der Ecke Zugspitze - Innsbruck und wurde bei Ebing nahe Mühldorf am südlichen Inn-Ufer von H. ZAHN (Waldkraiburg, Taf. 27, Fig.1, 2) gefunden: Gewicht etwa 80 kg (Taf. 27, Fig. 3, 4), Größe: etwa 90 cm Durchmesser; zurückgelegte Wegstrecke ca. 300 km.

Beide „Brocken“ zeigen, welche Gewichte von Flüssen wie dem Inn bei Hochwasser transportiert werden können – und das sind die „Kleinen“. Dazu ein Bild vom Hochwasser der Saalach bei Lofer (Taf. 27, Fig. 6, 7, GREGOR E 1176/2).

Ähnliche Beobachtungen konnten während meiner Studien in allen nord-mediterranen Gebieten (Spanien bis Türkei) sowie in Libyen getätigt werden. Wadis, trockene Flusstäler, Profilanschnitte und floodplains, Küstenbarren und fluviatil-limnische Ablagerungen geben ein Gesamtbild ab für die Problematik in Rauscheröd und seiner Xyloflora.

6.4 Biostratinomische Beobachtungen an den Kieselhölzern

Auffällig ist an den Kieselhölzern von Ortenburg erstmals die Größe (vgl. Taf. 4-9, Taf. 19, Fig. 1, 3, Taf. 20, Fig. 5, Taf. 22, Fig. 1, 2, Taf. 23, Fig. 1). Es fanden sich viele meterlange Stücke, die sehr schön optisch wirken, z.B. auch der Baumstamm vor Schloss Ortenburg.

Diese Größe ist für Bayern nicht einmalig, wobei aber z.B. auch in Neuburg große Stücke (1-2 m) auftreten und bei den Findern z.T. im Garten liegen. Auch Derching und Gallenbach bei Augsburg oder auch Dinkelscherben lieferten mehr oder weniger große Stubben und Stammreste (bis 1 m), meist total verkieselt und von der Zellstruktur her kaum mehr bestimmbar (Taf. 25, Fig. 1-5). Die Mehrzahl der Funde war aber nur etwa unterarmlang. Die meisten anderen Fundstellen haben nur kleinere Funde zu vermelden, wobei Größen von 10-30 cm dominieren, oftmals aber nur wenige cm, wie bei einigen Fundstellen nahe Neuburg (OSM) oder von Höch (OMM) oder Bach (OMM).

Der Stamm von Türkenbach war ebenfalls recht groß (SELMEIER 1981), nämlich ca. 1,5 m lang, gehört in die Brackwasser-Molasse, also in ein Äquivalent des Ortenburger Schotters.

Insofern ist der riesige Stammrest eines *Fasciculites lacunosus*-Stammes (früher „*Rhizopalmoxylon*“)-Stammes, der im Naturmuseum Augsburg ausgestellt ist, aufgrund der Größe und der in der Molasse fehlenden Palmen im Miozän eindeutig als umgelagert zu betrachten (GREGOR 2008, Kap. 3.1.5). Als Liefergebiet hat GOTTWALD (1997: 49) für den Ortenburger Schotter die eozänen Ablagerungen um die böhmische Masse herum angesehen (vgl. Abb.1). GREGOR et al. haben deshalb (2005: Tab. 3) die Fundstelle

Rauscheröd I und ihre Kieselholzflora folgendermaßen charakterisiert: Fossiler Wald 2. Ordnung, II – homoiostrat bis wenig xenostrat, ein «Petresilva xenostrat».
Dieselbe Problematik bei den Hölzern der südlichen Frankenalb erklärte GOTTWALD (2004: Abb. 39) durch die Herkunft des Materials aus dem Bereich Frankenwald, Fichtelgebirge und Oberpfalz (vgl. zu allem GREGOR et al. 2005).
Diese Daten sind also nichts Neues, sondern bereits bei STENZEL (1904) angerissen worden.
Die zweite Besonderheit ist die meist hervorragende Erhaltung der Kieselhölzer von Ortenburg im Schliff, d.h. die wissenschaftliche Bestimmbarkeit ist meist voll vorhanden (Taf. 21, Fig. 4) - im Gegensatz zu den amorph verkieselten Resten von Derching, Gallenbach u.a. Fundorten der Molasse (Taf. 25, Fig. 5).
Die Außenfläche der Stämme zeigt keine Rinde mehr, ist mehr oder weniger scharfkantig bzw. riefig erhalten, oft aber auch „glattgeschliffen". Eine deutliche „Rindenstruktur" in Form einer Verwitterungszone läuft im Querschnitt durch die Außenzone des Holzes, oft als weißlicher Rand im Gegensatz zur braunen Innenfläche. Dieser Rand kann bis zu 3 cm betragen und zeigt oftmals poröse Aufhellungen, d.h. dass im Sediment Lösungen agierten, die die Kieselsäure partiell sekundär entfernten.
Dies kann durchaus im Ortenburger Schotter geschehen sein, wobei diese sekundäre Auflösung der äußeren Holzteile also im Miozän stattfand. Echte Rindenteile fanden sich bis jetzt noch nicht (GOTTWALD 1997).
Zur Abrollung und Glättung (SELMEIER 1986: 258) von Kieselhölzern muss mit dem Vorurteil aufgeräumt werden, dass beim Fehlen glatter Oberflächen ein längerer Transportweg auszuschließen sei. Es gibt so viele Probleme, die bei den Kieselhölzern noch ungelöst sind, dass solche Aussagen sehr kritisch gewürdigt werden müssen.
Erwähnen möchte ich hier z.B. Auskristallisationen von Bergkristallrasen auf Kieselhölzern von Gallenbach, welche fast total paläoxylotomisch unergiebig sind (Taf. 25, Fig. 1-5), im Gegensatz zu den gut bestimmbaren „rauchquarzrasenführenden" Kieselhölzern aus dem Oligozän der Leipziger Bucht. Auch die riesigen Stubben aus der Braunkohle des Hohen Meißner, heute vor dem Geologischen Institut in Göttingen liegend, sind partiell feinrasig auskristallisiert, aber z.T. noch als Lignit erhalten.
Wir haben ja auch mehrfach vulkanische Einflüsse zu berücksichtigen, was evtl. auch bei den „eozänen" Hölzern von Rauscheröd nicht ganz auszuschließen ist. Zur Problematik vergleiche man auch die hervorragende Arbeit von LANDMESSER 1994.
Interessanterweise hat SELMEIER (1983: 99) bereits selbst auf die 0,5 cm dicke hellgelbe Verwitterungsrinde an der Oberfläche des Mahagonistammstückes in der Ausstellung des Paläontologischen Museums hingewiesen sowie auf die rauh-scharfkantige Oberfläche des Stückes. Dieses typische Aussehen ist eben als „nicht abgerollt" (ibid.: 109) interpretiert worden, ohne an Verwitterung bzw. Anlösung im Sediment zu denken.
Gerade seine Erwähnung von Längsrissen und Klüften (ibid.: 99) ist ein Anzeichen größeren Alters und wurde von diesen Autoren wiederum nicht erkannt.

6.5 Klimabedingungen im Eozän

Da zwischen der Kreide und dem Alttertiär das Paläozän praktisch nicht vorhanden ist, werden wir bei eozänen Verhältnissen bleiben. Da sich beide Zeiteinheiten vermutlich nicht sehr voneinander unterschieden haben, bleiben wir bei tropischen Verhältnissen.

Wenn wir einen Blick auf die Klima-Diagramme (nach WALTER) werfen, wird schnell klar, dass es gewaltige Unterschiede zwischen den subtropischen Miozän- und den tropischen Eozän-Modellen gibt, was in zwei Modellen zum Ausdruck kommen soll (Abb. 10). Hier ist die obere Reihe ein A-Klima (Eozän), die untere ein Cfa-Klima (Miozän).
Costa Rica und damit die tropische Kieselholz-Flora Rauscheröd betreffend, werden die Klima-Diagramme von Juan Santamaria sowie die äquivalenten von Key West und Miami (USA) verwendet. Für das Untermiozän der Oberen Süßwasser-Molasse und damit die subtropischen Sedimente von Rauscheröd (Ortenburger Schotter) betreffend, kommen die Diagramme von Srinagar (Indien), Natschang (China) und Memphis (USA) zur Anwendung.
Im tropischen Klima von Costa Rica sieht man eine fast durchgehende gerade dünne Linie bei ca. 24°C und eine Regenmenge von fast 2.000 (bei anderen Stationen bis 4.000) mm. Im warm-gemäßigten Bereich des Untermiozäns (Floren der Oberpfalz z.B. GREGOR 1978, 1980, und der Molasse 1982) sehen wir deutliche Unterschiede zwischen den Jahreszeiten mit ca. 17°C und 1.400 mm Niederschlag (bei anderen Stationen bis 2.000) sowie die Undulationskurve, deren Enden viel tiefer liegen als bei den tropischen Diagrammen.
Costa Rica ist also tropisch geprägt, hat ein Af-Aw-Klima (sensu KÖPPEN) mit einer Jahresmitteltemperatur von c. 24°C und einer durchschnittlichen Regenmenge von 3000 mm.
GOTTWALD (1997: 44-49) hat sich intensiv mit dem Klima der Hölzer von Rauscheröd I beschäftigt (ibid. Tab. 4) und klar festgestellt: „... führt zu der Vorstellung, dass der weitaus größere Teil der aus dem Ortenburger Schotter stammenden Kieselhölzer während des mittleren bis unteren Eozän im Bereich eines tropischen Küstensaumes wuchs". Seine Abb. 24 erläutert die Klimagrenzen im Eozän und Miozän. Im Gegensatz dazu steht die seltsame Notiz bei SELMEIER (1994), der die Umlagerung nie verstanden hat, dass die Sedimente von Rauscheröd gut datiert und demnach für die Xyloflora gültig sind. Dies führt natürlich bei seinen Klimavorstellungen zu völlig absurden Einschätzungen (tropisches Klima im Miozän!).

6.6 Stratigraphische Bedingungen

Stratigrafisch hat es sich SELMEIER 1985:113 leicht gemacht, als er schrieb: „somit sind auch diese Holzfunde hinsichtlich ihres geologischen Alters fixiert, Stufe MN 4b, Orleanium, (Aragonium)".
Ganz abgesehen davon, dass es unsinnig erscheint, immer nur paläozoologische Belege zur stratigrafischen Einstufung zu verwenden, stammen die Säuger aus den Horizonten über den Hölzern, was hier negiert wurde (vgl. ZIEGLER & FAHLBUSCH 1986).
Andrerseits hat Autor GREGOR bereits 1982 Rauscheröd II in die Phytozone OSM - 2 gestellt, aber ebenfalls die im Hangenden der Kieselholzlage vorkommenden schokoladenbraune Silte und Mergel. Damit sind die als paläobotanisch anzusprechenen Funde älter anzusehen, also prae-OSM-2 - was der Phytozone OMM bis OSM-1 entsprechen würde, wenn interpretierbare Funde vorlägen (vgl. dazu GREGOR 1982, GREGOR et al. 1989 und WEBENAU 1996).
Diese Daten gelten nun für den Ortenburger Schotter als Sediment (Rauscheröd I), nicht aber für den Inhalt. Der Schotter ist als Schüttung zur Zeit des obersten Ottnangiums bis ins Karpatium definiert, da er z.T. mit Brackwasser-Sedimenten und auch schon mit limnischen Süßwasser-Sedimenten verzahnt ist (HAAS 1987). Wie schon mehrfach belegt, sind die

Kieselhölzer incl. der Palmreste aus dem Ortenburger Schotter von Rauscheröd als Eozän anzusprechen, vermutlich Unteres bzw. Mittleres Eozän (vgl. zu allem Tab. 10 und Abb. 16). Es wird schließlich versucht, die beiden Fundstellen Rauscheröd I und II in ein Molasse-Schema zu bringen und einen Versuch der Korrelation mit Faunen, Floren, Sedimenten usw. zu wagen – wirklich nur ein erster Versuch (Tab. 11-13).

6.7 Paläogeographie

Dass die Ortenburger Schotter als Molassefluss aufzufassen sind, ist geologisch völlig klar und interessiert hier im Hinblick auf die paläogenen Hölzer praktisch nicht mehr.
Wie sieht es nun mit der Xyloflora im Hinblick auf das Eozän aus?
Nun, hier muss man die Küstenverläufe der Tethys studieren, um zu Entscheidungen zu kommen. TRALAU hat 1964 eine sehr schöne Arbeit über fossile Nypa-Früchte vorgelegt (Abb. 9), die hier zu interpretieren ist. Wenn man die Vorkommen von Reichenhall (*Nypa*, vgl. BUFE 1978) und Icacinaceen (vgl. HAGN, DARGA & SCHMID 1992) in den Küstenverlauf einträgt, sieht man sofort, dass im Ober- und Mitteleozän die beste Möglichkeit war, diese Drifter entlang der damaligen Küste „schwimmen" zu lassen (vgl. hier Abb. 10 und auch GOTTWALD 1997: Abb. 24).
Die Xyloflora von Rauscheröd I ist ja einem Hinterlandwald zugehörig und somit kann das Vorkommen nicht unter Wasser gelegen haben (außer man nimmt ein Flussdelta im marinen Bereich an). Im ersteren Falle würde das eine Einstufung in Unteres Eozän bedeuten, weil hier der Fundort genau richtig am Saum der Küste liegt (vgl. Abb. 10) und im zweiten Falle wäre es unmittelbar am Schelfrand.
Das Untereozän würde in der Komposition der Floren recht gut passen und somit wäre auch von dieser Seite her eine Einengung geschehen, leider ist aber damit kein echter unumstößlicher Beweis zu führen.

6.8 Bohrende Organismen

Viele rezente Hölzer sowohl an Stränden als auch an Flussufern zeigen Spuren bohrender Organismen. Wir unterscheiden folgende Typen von Bohrgängen und -spuren, die z.T. noch nicht näher angesprochen wurden (vgl. auch GREGOR et al. 2005: 75-76):

A Marine Bohrer: Sedimente und Holz jeglicher Art

- Teredineen-*Teredo navalis* (Schiffsbohrwurm); einzelne Löcher in Holz
- Pholadiden-*Barnea candida* (Weiße Bohrmuschel); einzelne Löcher
  -*Zirfaea crispata* (Krause Bohrmuschel); einzelne Löcher
- Veneriden-*Petricolaria phaladoformis* (Amerikanische Bohrmuschel); einzelne Löcher
- Mytiliden-*Lithophagus,* Steinbohrer
- Demospongia-Clionaiden-*Cliona* (Bohrschwamm), meist kleine Löcher, schwarmartig, Netzmuster bildend

B Brackwasser: Sedimente

- Verwandte von Bohrmuscheln

C Süßwasser:

- Sedimente: Insecta-Ephemeroptera (KNAUST 2013).

- Holz: Hornissen, Bienen (die schwarze Holzbiene *Xylocopa violacea* wird aus Dunarobba zitiert), Wespen; kleine bis große Löcher, rel. kurze Gänge; Stockbauer; Termiten, Ameisen: bis jetzt fehlend; Coleoptera (Käfer)-Xylophage (Holzfresser) oder Saproxylophage (Totholzfresser), Kotpillen in zerstörtem Material, Gänge meist bei Imagines, oft strahlig usw. (vgl. ERDEI, DOLEZYCH & HABLY 2009, BALDANZA et al. 2009)

Als bestes Beispiel für Abteilung C sei der fossile Wald von Dunarobba (Perugia, Oberitalien) genannt, der in seinen aufrecht stehenden Stuben deutlich große Bohrlöcher aufweist. Nach eigener Erfahrung fand Autor GREGOR in den Löchern lebende Holzbienen, wohl der Gattung *Xylocopa* zugehörig, die dort ihre Nester bauten

Zu A sind eine Menge von Daten verfügbar, die sowohl Früchte als auch Hölzer betreffen. Angebohrt sind vor allem Fruktifikationen aus dem Eozän des London Clay (COLLINSON 1983, aber auch die fossilen Hölzer aus der Aachener Kreide (GOTTWALD 2000). Hier handelt es sich um Teredineen.

In den Rauscheröder Hölzern findet man keinerlei marine Bohrer, wie es typisch für die vielen Hölzer aus der Aachener marinen Kreide ist (Taf. 21, Fig. 1, 2). Als einzige Spuren im Holz findet man seltsame längslaufende Lochfüllungen, die noch der Erklärung harren (Taf. 22, Fig. 4) sowie dünne längslaufende verkieselte Stränge, ebenso problematisch (Taf. 22, Fig. 6), aber vermutlich von Insekten stammend (Fraßspuren von Käfern?).

Sicher von Insekten, bisher unbekannter Provenienz, stammen die Kotballen, die verkieselt im Stamm liegen, also zeitgleich mit diesem sind (Taf. 23, Fig. 1, 2). Ähnliche Kotpillen hat SELMEIER (1984) unter *Anobium* sp. mitgeteilt. Der bekannteste einheimische Vertreter der Nagekäfer ist die Totenuhr *Anobium punctatum.* Auch der große Holzwurm käme als Verursacher in Frage - *Hylotrupes bajulus,* wobei in den Tropen sicher eine Menge mehr Taxa vorkommen, denn die Cerambyciden sind eine umfassende Gruppe mit 10 Unterfamilien. Die Bockkäfer sind mit etwa 27.000 Arten vor allem in wärmeren Gebieten verbreitet.

Insofern passt dieses Bild von Rauscheröd zu den Bedingungen: Verzahnung des Ortenburger Schotters mit brackischen Sedimenten, mit umgelagerten Haifischzähnen, Großsäugerresten und den Kieselhölzern aus alter Zeit ohne marine, aber mit terrestrischen Spuren.

7 Zusammenfassung

Um alle Vergleiche, Ähnlichkeiten und Diversitäten zwischen den tropischen Kieselhölzern, den rezenten Stämmen in Costa Rica (Tab. 12), den Bildungsbedingungen, den geologischen Problemen incl. Umlagerung und den verschiedenen Klimaten im Eozän und Miozän nochmals zu evaluieren, wird hier eine kurze Liste aufgeführt (Tab. 13).

Somit bleibt als Aussage: Die tropisch geprägten eozänen Kieselhölzer von Rauscheröd I wurden im miozänen Ortenburger Schotter von anderer Fundstelle her (Bayerischer Wald etc.) umgelagert, wohl in einem energiereichen (Süßwasser-) Fluss abgeschliffen, evtl. nur wenig im Meer transportiert (keine Bohrmuscheln) und auf sekundärer Lagerstätte, einer Deltaschüttung, in die Paratethys, eingebettet. Sie zeigen die Umwelt in der Großregion im tropischen Klima des Eozän, nicht im Miozän. Für letztere Zeitspanne kann man die Floren

der Oberpfälzer Braunkohle als Vegetation eines warm-gemäßigten Klimas angeben, da dort auch marines Nannoplankton im Sediment angetroffen wurde (GREGOR 1978, 1980).
Die Frage nach dem Standort der tropischen Hölzer kann noch nicht befriedigend beantwortet werden (Versuch siehe Abb. 4, 6), ebenso wie die Frage nach dem genauen Stromverlauf in Ost-Niederbayern (Versuch siehe Abb. 4). Letzterer muss wohl aufgrund der Gerölle aus dem alpinen Raum gekommen sein (vgl. DOPPLER et al. 2005: 370, ULBIG 2010).
Ähnliche Bedingungen gelten sicher auch für andere Fundorte wie die der Frankenalb, der Ulmer Gegend oder der Schweiz, wurden aber bisher in dieser Richtung vernachlässigt, so wie SELMEIER in seinen vielen Publikationen nur immer den miozänen Charakter der Hölzer aufgrund der Sedimente betont hat.
Ein weiterer stratigraphischer Versuch wird hier in Tab. 11 vorbereitet – eine Zusammenstellung von Molassefundorten sowohl von Säugern als auch Floren und Sedimenten usw. um erste Korrelationen zu wagen. Es sind ja Palmen z.B. an mehrfachen Fundorten Europas gefunden worden, die verschiedenes Alter haben und das Bild der Palmen im Jungtertiär ergänzen sollen. Dies alles im Hinblick auf die im Vorigen gebrachten Untersuchungen zur Xyloflora von Rauscheröd I. Man sieht recht deutlich die Probleme, die sich z.T. gelöst haben, z.T. noch nicht – weitere Forschungen sind hier notwendig (vgl. Abb. 15).
Die vorletzte Frage, wo der Verkieselungsprozess stattfand, ist noch ungeklärt. Da in subtropisch-tropischen Flüssen der Kieselsäuregehalt höher ist als bei uns, kann das natürlich auf dem gesamten Weg vom ehemaligen Standort bis zum Sediment mit Einlagerung passiert sein. Ebenso wäre zu untersuchen, zu welcher Zeit die Verkieselung stattgefunden hat (Unter-Eozän oder jünger).
Die letzte Frage betrifft die Achatisierung (Chalcedonisierung, vgl. Taf. 22, Fig. 3, Taf. 24, Fig. 3) von Teilen im Holz, die den typisch blauen Schimmer zeigen und wohl kaum im Süßwasser gebildet wurden. Hier darf man vulkanischen Einfluss vermuten, wie es im Eozän durchaus möglich war (Bayer. Wald, Oberpfälzer Wald, Frankenwald, Böhmische Masse, Ungarn, Karpathen usw.). Besonders die Leitbündel von einer der großen Palmscheiben zeigen himmelblaue chalcedonisierte Stränge, die in den Laubhölzern so nicht vorkommen.

Als zukünftige Idee sei erwähnt, dass die Schliffe von Kieselhölzern aus Rauscheröd näher untersucht werden sollen, aber auch der Versuch angebracht wäre, die mineralisierten Hölzer radiometrisch oder anderweitig altersmäßig zu bestimmen.

Abbildungen und Tabellen

Abbildungen 1-15

Tabellen 1-13

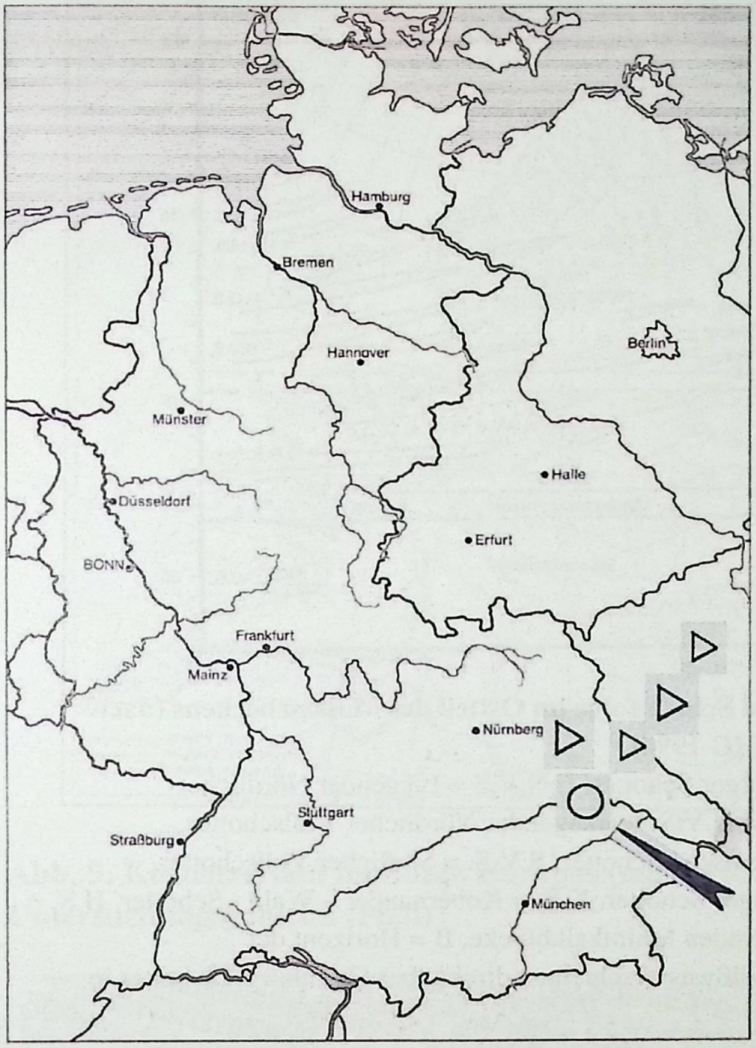


Abb. 1: Die Fundstelle Rauscheröd in Deutschland (Kreis) mit Angabe des vermutlichen Ortenburger Stromverlaufes (Pfeil) und dem möglichen Standort der tropischen Hölzer im Eozän (Dreiecke)

Abb. 2:
Geografische Lage der Fundstelle Rauscheröd nahe Ortenburg (Lkrs. Passau, Pfeil);
Geobasisdaten ©Bayerische Vermessungsverwaltung 626/15
Das Sand- und Kieswerk U. ALEX GmbH (Ortenburg) in Rauscheröd liegt nahe Passau in Bayern und hat die Koordinaten:
R: 92 790 und H: 80 500, Höhe 450 m NN, auf der TK 1:25 000 L 7445 Ortenburg. Das Grubenge-lände hat sich seit 1986 weiträumig vergrößert.

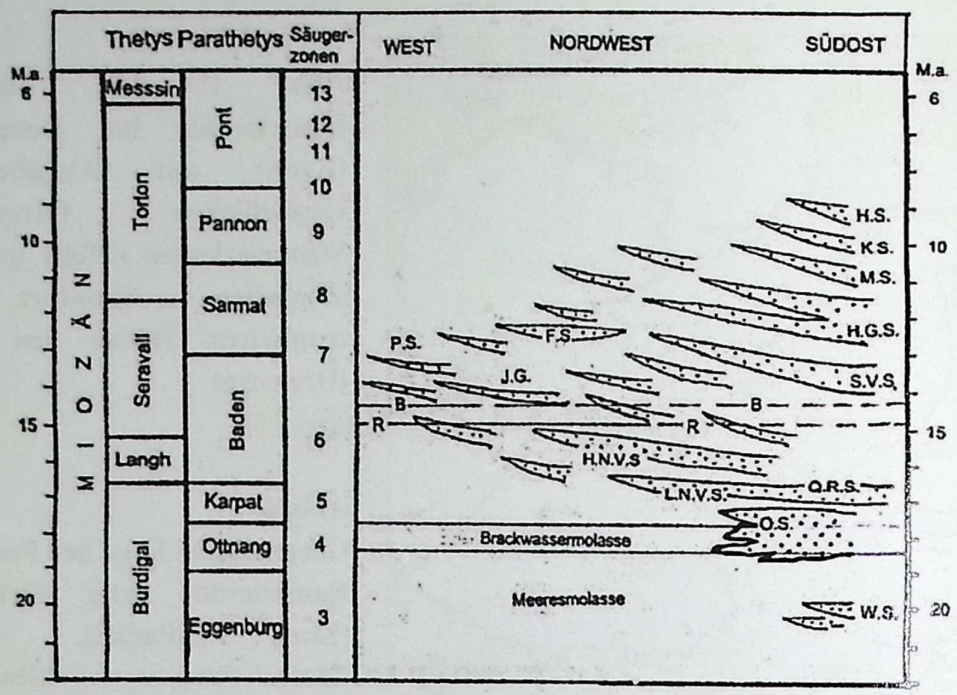


Abb. 3: Stratigraphische Gliederung und Schichtfolge im Ostteil des Molassebeckens (nach FAHLBUSCH 1980, UNGER 1989, ULBIG 1994).
W.S. = Wachtbergschotter, O.S. = Ortenburger Schotter, L:N.V.S = Liegender Nördlicher Vollschotter, Q.R.S. = Quarzrestschotter, H.N.V.S. = Hangender Nördlicher Vollschotter, J.G. = Jüngere Grobkiese, P.S. = Postvulkanische Schotter, S.V.S. = Südlicher Vollschotter, H.G.S. = Hangendserie, M.S. = Munderfinger Schotter, K.S. = Kobernaußer – Wald - Schotter, H.S. = Hausruckschotter, R = Horizont der ortsfremden Malmkalkblöcke, B = Horizont der Bentonitlagerstätten, LSWS = Limnische Süßwasserschichten direkt über OrtenburgerSchotter in Rauscheröd

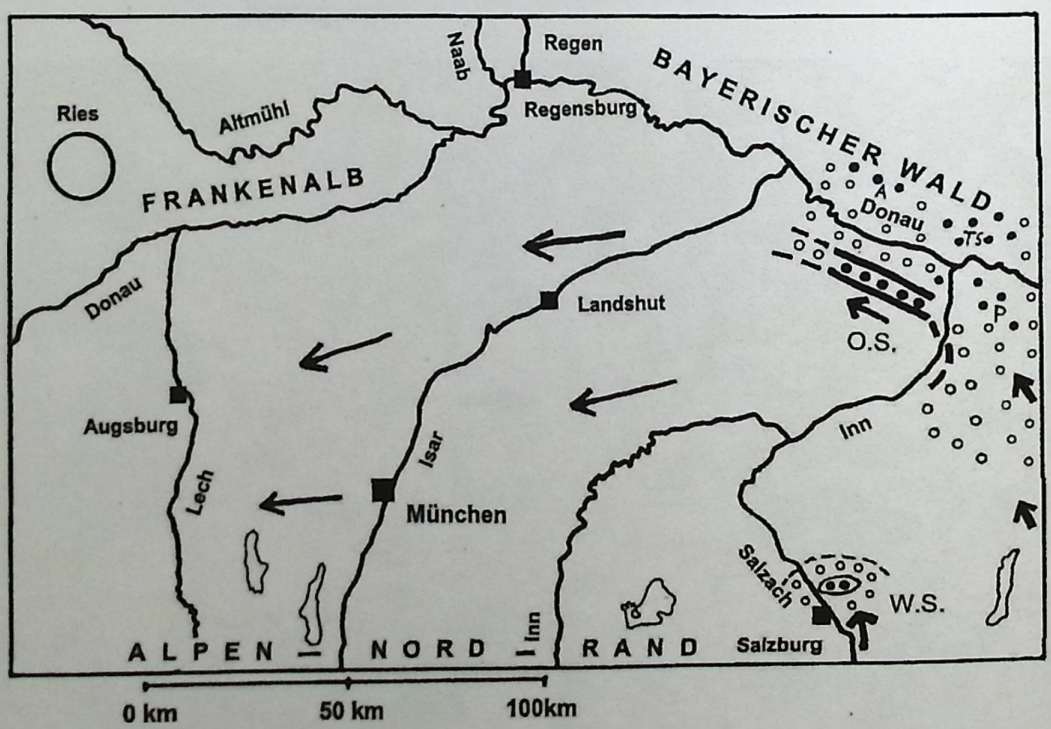


Abb. 4: Molassetafel mit Angabe des Ortenburger Schotters in einer Flußrinne, aus Süden schüttend und parallel zum Bayerischen Wald umbiegend. Gefüllte Kreise: heute anstehend, offene Kreise = vermutete ursprüngliche Ausdehnung.

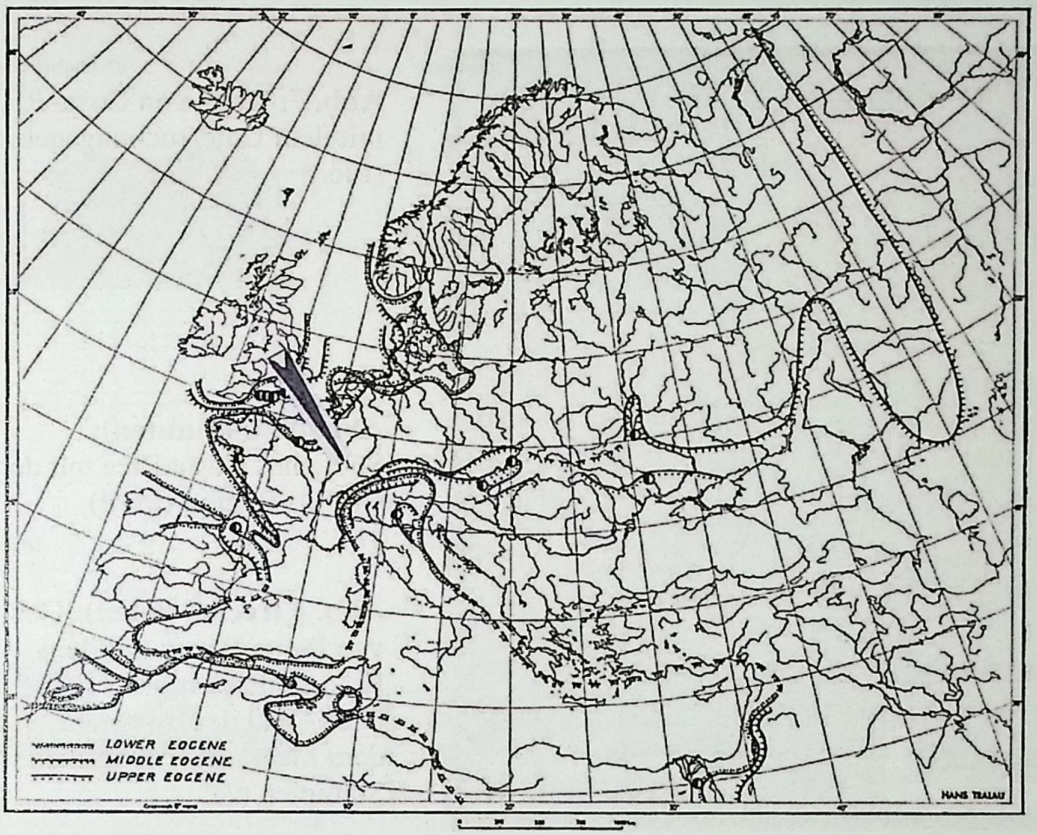
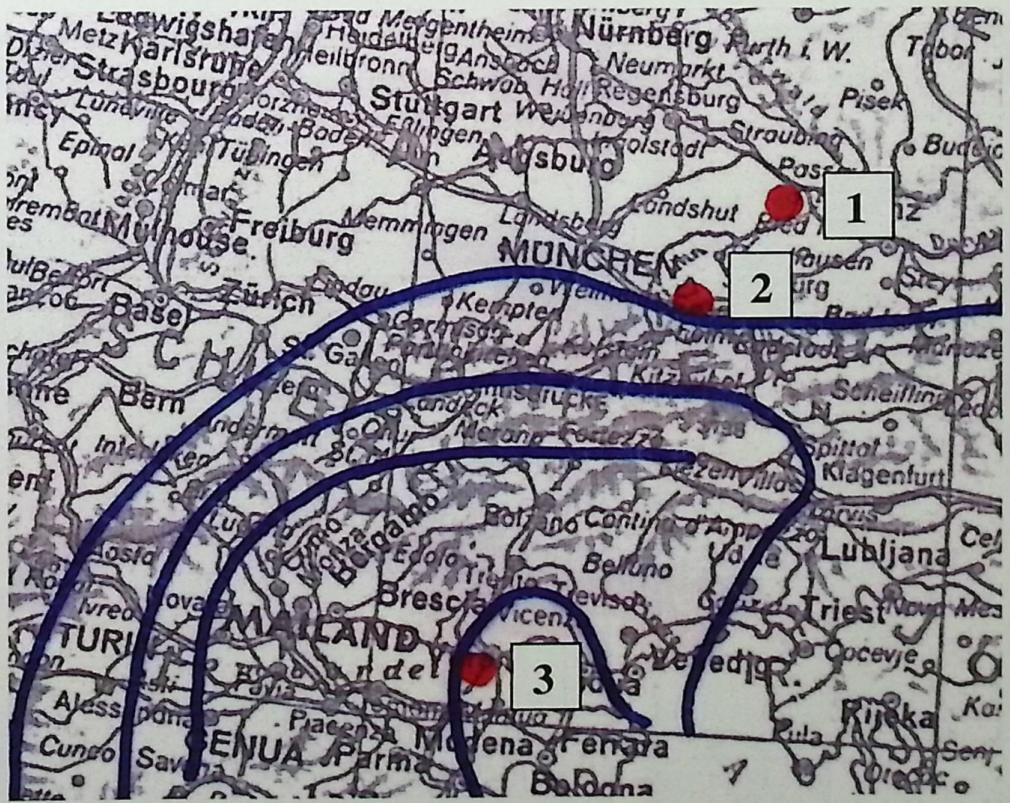


Abb. 5: Küstenverlauf im Eozän Europas (nach TRALAU 1964, map 2) mit Angabe des Untersuchungsgebietes (Pfeil)



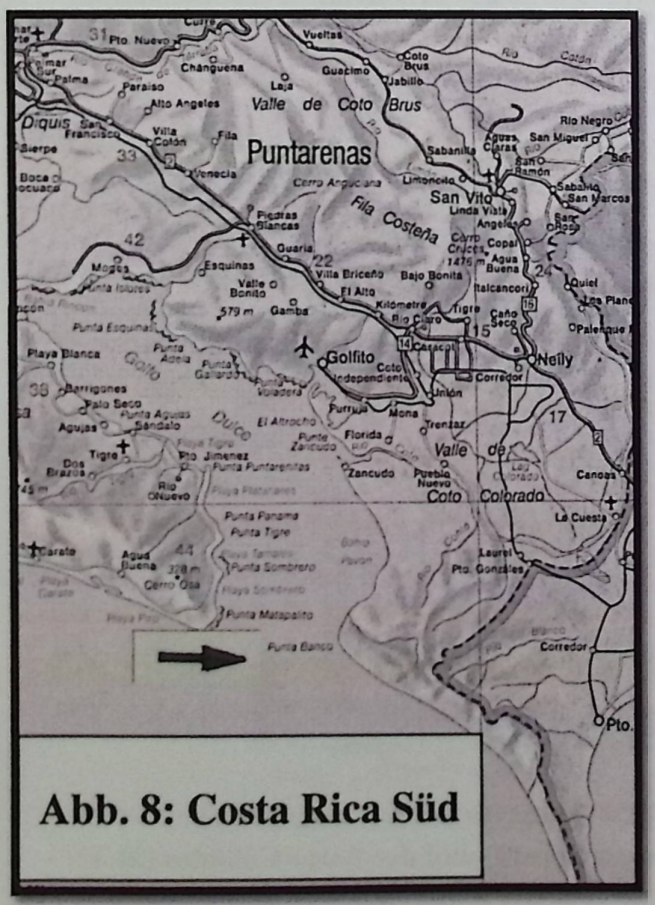
Die beiden Pfeile geben die möglichen Liefergebiete an: Entweder aus Norden vom Bayerischen Grundgebirge – oder vom S bzw. SW aus den Alpen.

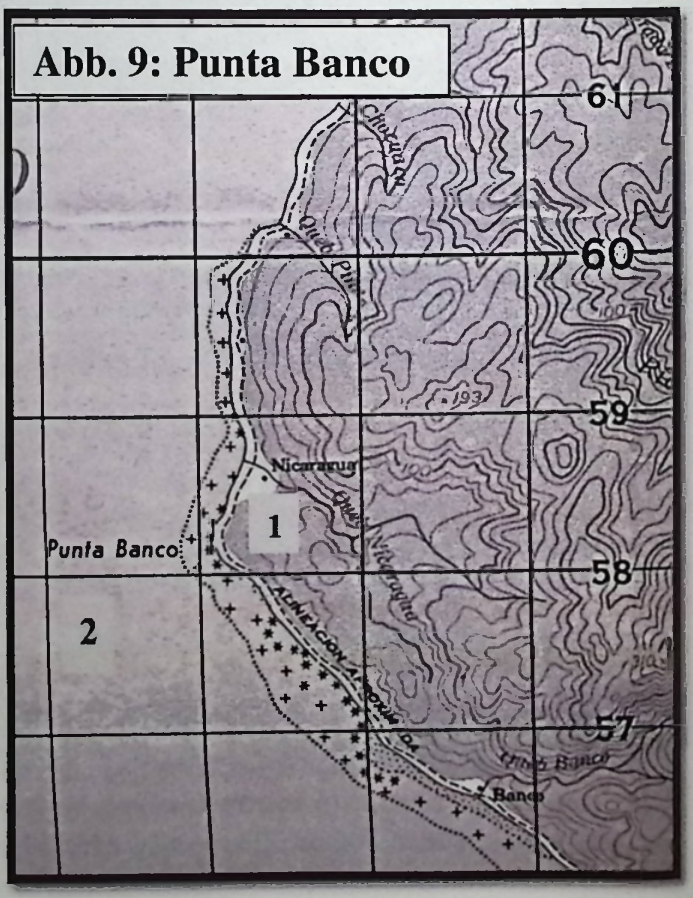
Abb. 6: Deutschland-Karte mit Eintrag der Küstenlinien im Eozän. Angabe des Fundpunktes von Rauscheröd (1), der Chiemsee-Funde (2) und des Bolca-Gebietes (3)

Abb. 7: Karte von Costa Rica mit dem Untersuchungsgebiet (Pfeil)

Abb. 8 (links unten): Südliches Costa Rica mit der Golfito-Region (Pfeil)

Abb. 9 (rechts unten): Gebiet von Punta Banco mit dem Kokospalmenstrand (1) und dem Areal der Bootsfahrt auf dem Meer mit schwimmenden Stämmen (2)





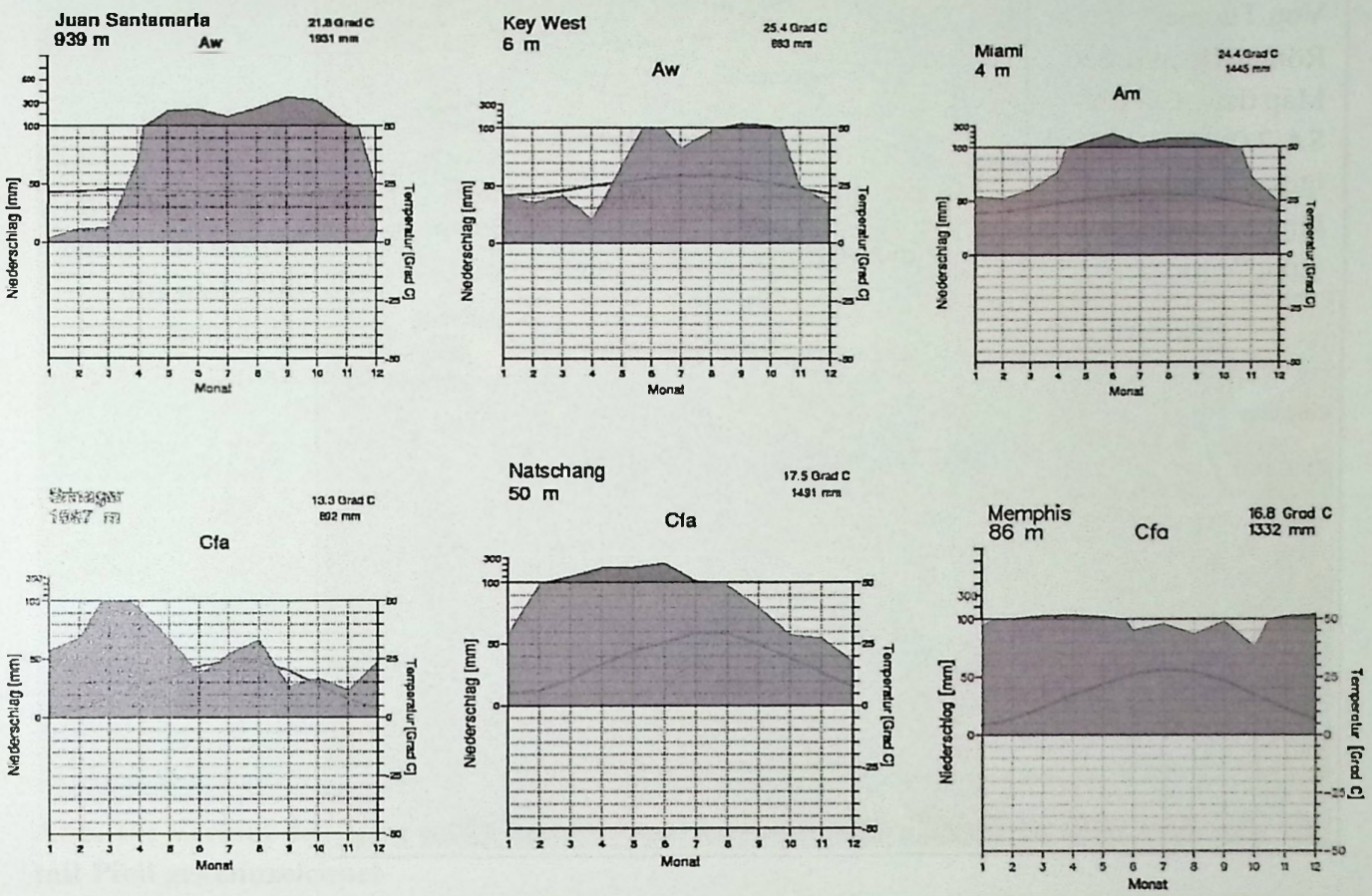


Abb. 10: Klima-Diagramme von Costa Rica, Key West und Miami mit tropischem Klima (obere Reihe) und amerikanisch-chinesisch-indische Stationen (warm-temperierte Klimata, untere Reihe)

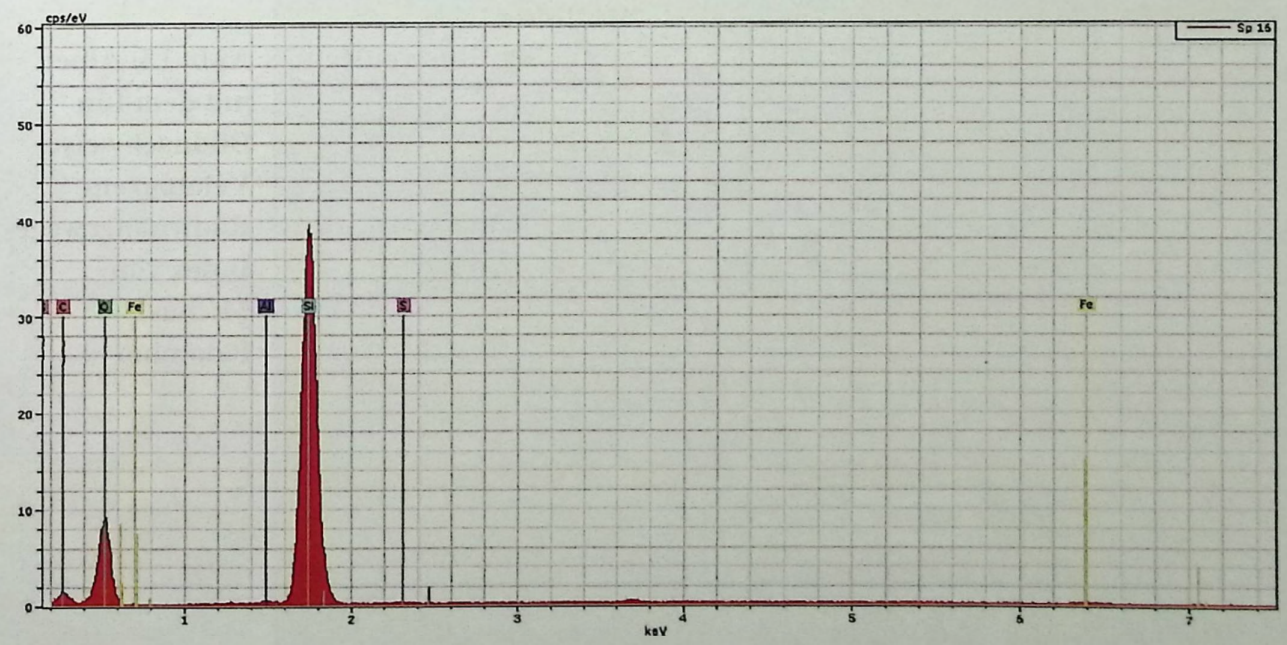


Abb. 11: EDX-Anzeige der Elemente in einem Kieselholz-Bruchstück von Rauscheröd; deutlich ist nur der Peak von Silizium (Si) zu sehen, die anderen Werte sind (bis auf Sauerstoff O) uninteressant.

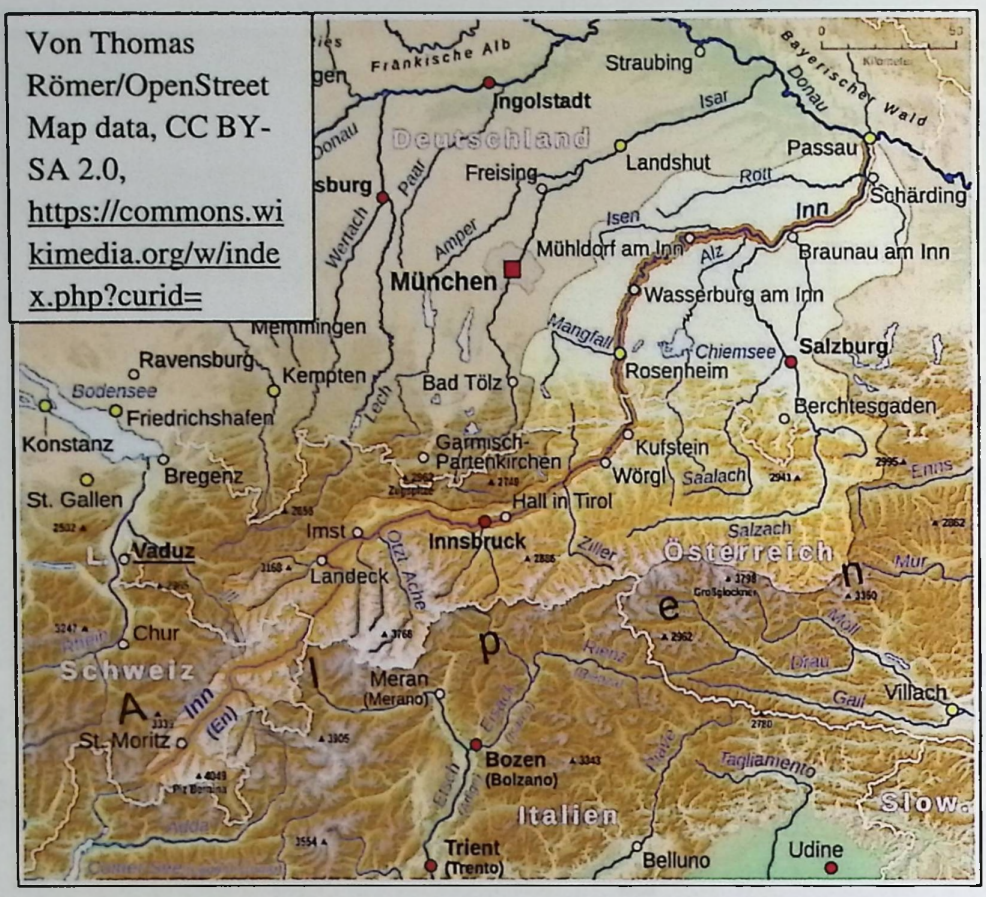


Abb. 12: Topographische Karte der Alpen mit dem Inn (Bildnachweis s.o.)

Abb. 13: Alpen mit dem Inn Bildnachweis: Velotouren-Radwanderwege-Index von Michael Palomino

Abb. 14: Verlauf des Taro vom Monte Penna (Apennin) bis zum Po. Fornovo Taro ist mit Pfeil gekennzeichnet

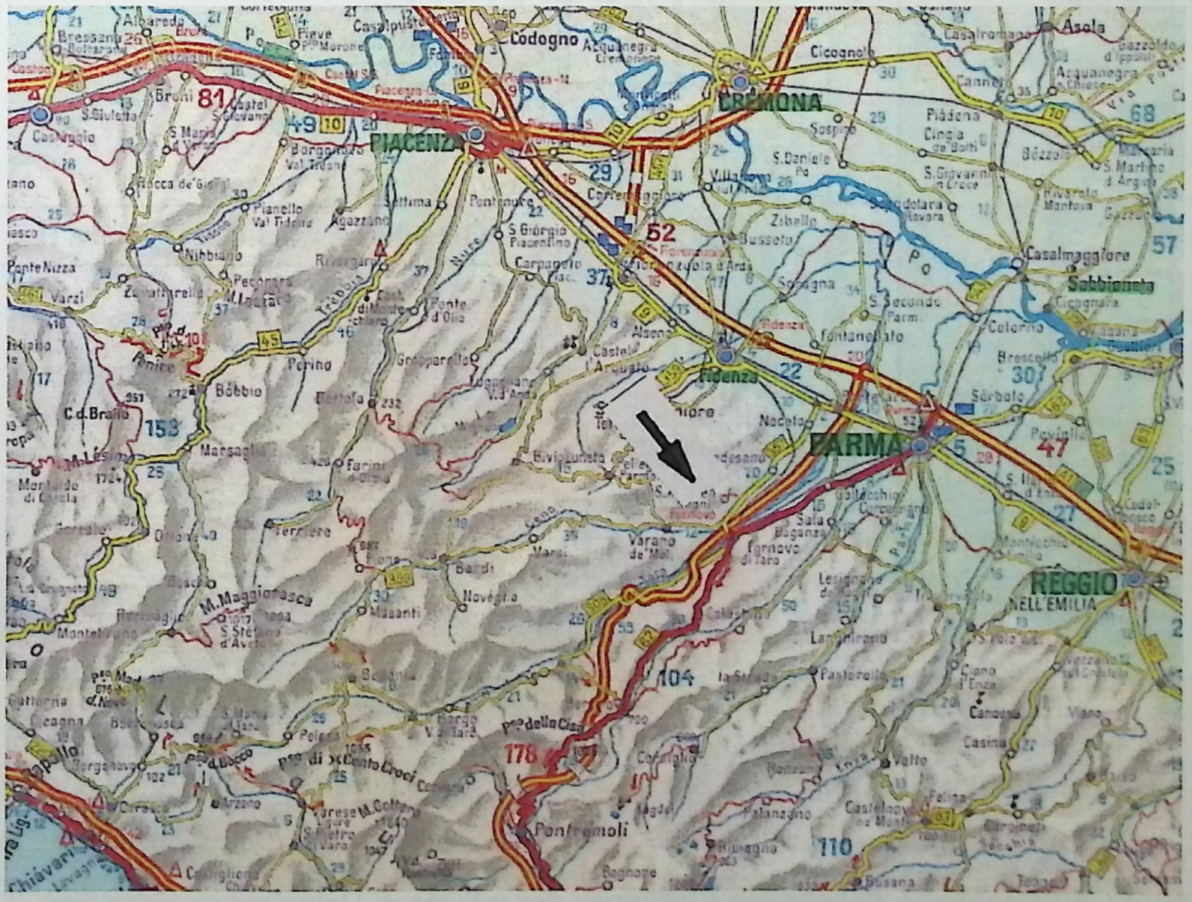


Abb. 15: Verlauf des Taro bis zum Po. Fornovo Taro ist mit Pfeil gekennzeichnet

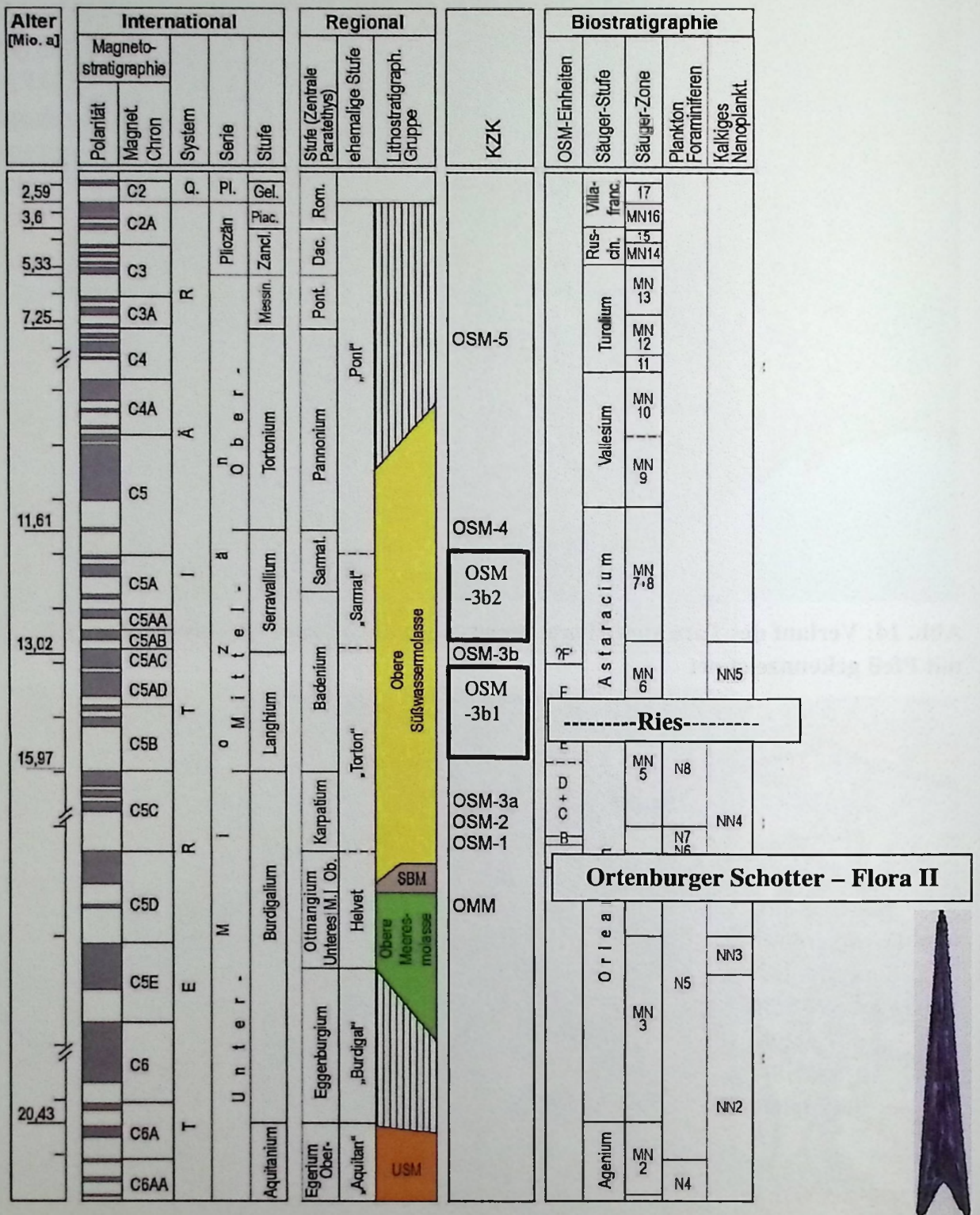


Abb. 16: Stratigraphische Tabelle mit Einfügung des miozänen Ortenburger Schotters zur Zeit der Brackwassermolasse und die Umlagerung eozäner Xyloflora in die Schotter

Bruker AXS Microanalysis GmbH, Germany				RAU-1			
Ergebnisse	**Sp 16**						
Datum:	**15.05.2017**						
Element	**OZ**	**Serie**	**Netto**	**[Gew.-%]**	**[norm. Gew.-%]**	**[norm. At.-%]**	**Fehler in %**
Kohlenstoff	6	K-Serie	6737	8,847407	8,51811	13,20692	1,125322
Aluminium	13	K-Serie	728	0,170081	0,163751	0,11302	0,033148
Silizium	14	K-Serie	226294	39,69188	38,21457	25,3387	1,720859
Schwefel	16	K-Serie	1090	0,32799	0,315782	0,183392	0,036749
Eisen	26	K-Serie	1344	0,355563	0,342329	0,114151	0,034319
Sauerstoff	8	K-Serie	42390	54,47292	52,44546	61,04382	6,001442
			Summe:	103,8658	100	100	

Tabelle 1: Verteilung der Elemente im EDX einer Probe von Rauscheröd

Tabelle 2.

Östliche Halbkugel:	**Zeiteinheiten/Formationen**
Europa:	
Frankreich: *P. Boxbergae*	
Nordfrankreich	Turon
P. vasculosum	Eozän
P. arenarium	Eozän
P. lacunosum c) axonense	**Eozän**
Belgien: *P. variabile b) belgicum*	Eozän?
Niederlande: *P. porosum*	Geschiebe aus unbekanntem Ursprungsort
Schweden: *P. filigranum*	Geschiebe aus unbekanntem Ursprungsort
Deutschland:	
P. variabile a) verum,	Senon
P. radiatnm	Senon
P. scleroticum	Senon S

P. parvifasciculosum	Senon S
P. oligocaenum	Oligozän
P. geanthracis	Oligozän
P. confertum	Geschiebe aus unbekanntem Ursprungsort
P. germanicum	Geschiebe aus unbekanntem Ursprungsort
P. didymosolen	Oligozän
P. angulare	Oligozän
P. punctatum;	Oligozän
Ungarn: *P. palmacites*	Eozän
Italien: *P. sardum*	Miozän
Afrika:	
Ägypten: *P. Aschersoni a) verum*	Miozän
P. A. b) Schweinfurthi	Miozän
P. Cottae c) libycum	Senon?
Libysche Wüste: *P. Zitteli*	Senon
Asien:	
Ostindien: *P. Blanfordi*	?
P. ceylanicutn b) Liebigianum	?
P. astrocaryoides	?
P. ceylanicutn a) verum	?
Westliche Halbkugel:	
Vereinigte Staaten: *P. mississippense*	Eozän
P. ovatum	Eozän
P. remotum	Eozän
P. cellulosum nach KNOWLTON	Pliozän, (Miozän?)
P. microxylon	Pliozän, (Miozän?)
P. texense	Senon?
Antillen: *P. antiguense a verum*	Pliozän
P. antiguense c molle	Pliozän
P. antiguense b integrum	Pliozän
P. iriarteum	Pliozän
P. crassipes	Pliozän
P. microxylon (P. Quenstedti)	Pliozän
P. densum	Pliozän
P.Withami	Pliozän
P.stellatum	Pliozän
P.speciosum	Pliozän
Mexico, Oaxaca:	
P. cellulosum	*Turon - Senon*
P. tenue	*Turon - Senon*
P. astron a verum	*Turon - Senon*
P. astron b radicatum	*Turon - Senon*
P. angiorhizon	*Turon - Senon*

Tabelle 2: Weltvorkommen von verkieselten Palmhölzern (STENZEL 1904: 273, 274) mit Altersangaben (in fett das für Rauscheröd zuständige Taxon)

Fundort unbekannt: *P. lacunosum a) verum* und *b) anceps c) lacunosum* *P. Cottae a) verum; b) arctum;* c) *Partschii,* *P. Fladungi,* *P. macrorhizon*

Tabelle 3: Liste von fossilen Palmhölzern ohne Fundort

„*B.* **Tertiärformation** a) Eozan: *P. arenarium,P. vasculosum,* *P. lacunosum c) axonense,* weshalb wir vermuten, daß auch *P. l. a) verum* aus derselben Formation herrührt. Zweifelhafter ist dies für: *P. variabile b) belgicum;* dagegen können wir: *P. remotum, P. mississippense* und *P. ovatum* von Washington im Staate Mississippi hierher ziehen, da dort nur eozäne Schichten anstehen. b) Oligozan, Arten aus dem mittleren und nördlichen Deutschland; *P. didymosolen,P. angulare,P. punctatum,P. oligocaenum,P. geanthracis.* c, Miozan: *P. sardum,* aus dem mittleren Miozan Sardiniens; *P. Aschersoni a) verum* aus dem Niltal.“

Tabelle 4: Geologisch-stratigraphische Daten zu Kieselhölzern weltweit

Taxon	Klima
Bombacaceae	tropisch
Bombacoxylon oweni (CARR.) GOTTWALD	
Ebenaceae	subtropisch
Eudiospyroxylon cf. *multiradiatum* (FELIX) MÜLLER-STOLL & MÄDEL-ANGELIEWA	
Euebenoxylon polycristallum GOTTWALD	
Ericaceae	gemäßigt bis tropisch
Ericaceoxylon macroporosum GOTTWALD	
Fagaceae	subtropisch, tropisch
Castanoxylon bavaricum SELMEIER	
Castanoxylon zonatum SELMEIER	
Flacourtiaceae	tropisch
Homalioxylon europaeum GOTTWALD	
Lauraceae	tropisch, subtropisch
Cinnamomoxylon areolosum GOTTWALD	
Cinnamomoxylon limagnense (PRIVE-GILL ET PELLETIER) GOTTWALD	
Cinnamomoxylon seemannianum (MÄDEL) GOTTWALD	
Laurinoxylon cristallum GOTTWALD	
Laurinoxylon annularis GOTTWALD	
Laurinoxylon sp.	
Meliaceae	tropisch
Carapoxylon xylocarpoides GOTTWALD	
Carapoxylon ortenburgense SELMEIER	
Carapoxylon sp.	
Cedreloxylon cristalliferum SELMEIER	
Myricaceae	gemäßigt bis tropisch
Myricoxylon zonatum GOTTWALD	
Tiliaceae	gemäßigt bis tropisch
Grewioxylon auctumnalis GOTTWALD	
Grewioxylon neumaieri SELMEIER	
Grewioxylon ortenburgense SELMEIER	

Tabelle 5: Aufzählung der Taxa von Rauscheröd - nach GOTTWALD 1997 und SELMEIER 1983, 1985, 1986

Taxon	Stratigraphisches Vorkommen
Ebenoxylon sp.	OMM, auch in der OSM
Laurinoxylon sp.	OMM, auch in der OSM
Pinuxylon sp.	OMM, auch in der OSM
cf. Ericaceae	OMM, auch in der OSM
Taxodioxylon gypsaceum	OMM, auch in der OSM
Coniferae indet.	
Palmoxylon sp.	BWM, „aufgearbeitet

Tabelle 6: Kieselhölzer aus der OMM und BWM (GREGOR 1983 und SACH 2014)

Taxon	Fundort	Literatur
Juglandaceae? (nein, Palmfrucht?, det. GREGOR, cf. *Palmospermum* sp.)	Rohrdorf, Spirka-member, Adelholzener Schichten, Eozän	HAGN et al. 1992
Posidonia-Seegras	Hallthurm, oberes Eozän	GREGOR 2003
Blätter und Früchte von *Leguminocarpum, Leguminosites, Salix*	Grünten, Eozän	GREGOR 2011
Lauroider Blattrest	Rohrdorf, Spirka-member, Adelholzener Schichten, Eozän	HEYNG & GREGOR 2007
Palaeophytocrene kressenbergensis	Kressenberg, Eozän	TICHY 1980
Palmospermum sp.	Rohrdorf, Spirka-member, Adelholzener Schichten, Eozän	BERNDT et al. 2011
Oncoba cf. *variabilis*	Kirchberg, Stockletten, Palaeogen	DARGA 1992
Palaeophytocrene Kressenbergensis	Kressenberg und Neukirchen, Eozän	HAGN et al. 1992
Nypa burtini	Eisenrichterstein, Nummulitensandstein, Ober-Eozän	BUFE 1978 in DARGA 1992

Tabelle 7: Zusammenstellung eozäner Fruktifikationen und anderer Pflanzenteile aus Bayern und angrenzenden Gebieten.

Fundorte in Europa bzw. zusammengefaßte Regionen																	
Taxa bzw.Familie	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**
Bombacaceae	+	-	-	-	-	-		+F	-	-	+ D	-	-	-	-	-	+
Ebenaceae	+	-	+	-	-	-		+	-	-	-	+	-	-	+	-	-
Ericaceae	+	-	+	-	-	-		+	+	-	+	-	-	-	-	+	+
Fagaceae	+	+	-	+	+	+		+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Flacourtiaceae	+	-	-	-	-	-		-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Lauraceae	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Meliaceae	+	+	-	-	-	-		-	-	-	-	+	-	-	+	-	+
Myricaceae	+	+	-	+	-	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tiliaceae	+	-	-	+A	-	-		-	+	-	-	-	+	-	+	-	+
Gesamtanzahl	**9**	**4**	**3**	**4**	**2**	**3**	**0**	**6**	**6**	**3**	**5**	**4**	**4**	**4**	**8**	**4**	**6**
Zusätzl. Trop. Fam.						B	C										E
Nipaceae	-						+								+		
Icacinaceae	-						+							+	+		
Gesamtanzahl	**9**	**4**	**3**	**4**	**2**	**3**	**2**	**6**	**6**	**3**	**5**	**4**	**4**	**5**	**10**	**4**	**6**

Tabelle 8: Die wichtigsten Taxa der diversen Fundregionen Europas im Vergleich mit den Taxa von Rauscheröd, zusätzlich zwei Familien tropischer Art aus dem nahen Chiemseegebiet

Erklärung der Symbole bei Tabelle z:

1=Rauscheröd
2=Schwandorf
3=BWM, OMM
4=OSM
5=Alpenvorland1
6=Österreich (Prambachkirchen)
7=Chiemseegebiet
8=Mainz-Kastel
9=NW-Sachsen
10=Weißelster-Oligozän
11=Rott
12=Ungarn
13=Bovey Tracey
14=Geiseltal, Blätter Früchte
15=England, Fruktifikationen
16=Weißelster-Eozän
17=Molasse-Hölzer

Die Buchstaben bedeuten folgende Gegebenheiten in der Tabelle:

A Gattung *Tilia* (gemäßigtes Vorkommen), non Grewia
B Fehlbestimmungen von *Rhizophoroxylon* und *Sonneratioxylon* nach GOTTWALD, pers. Mitt.
C marine Drifter
D Fehlbestimmung *Bombax dechenii* (C.O.Weber) Friedrich ist Synonym von *Dombeyopsis lobata* Unger (1850) (keine Bombaxacee)
E mehrfache Umlagerungen
F indet. (GREGOR)

Taxon	Verbreitung	Bemerkungen
Bombax	Trop. Regenwald S-Amerika	Riesige Bäume
Ebenaceae	Tropen weltweit	Bäume und Sträucher
Ericaceae	Alle Klimate weltweit	Bäume und Sträucher
Castanopsis (Chrysolepis)	Asien (W-Amerika)	Bäume
Homalium	Costa Rica, Tropen Asien, Amerika	Bäume
Cinnamomum	Asien	Bäume
Carappa	Tropisches Zentral- u. S-Amerika	Große Bäume
Cedrela	Subtrop.-trop. Zentral-u. S-Amerika	Große Bäume
Myrica	Weltweit, alle Klimata	Sträucher
Grewia	Tropen Asiens	Große Bäume

Tabelle 9: Die Rauschöder Taxa mit ihrer heutigen Verbreitung der Vergleichsformen

Lithostratigraphische Gruppen	Östliche Vorlandmolasse	Bemerkungen zum Ortenburger Schotter	Fossilinhalt
Obere Süßwasser-Molasse	Hangendserie Moldanubische Serie Südlicher Vollschotter Quarzrestschotter Nördlicher Vollschotter Süßwasserschichten----------	**Ortenburger Schotter;** Verzahnung mit unterster OSM (HAAS 1987: 6)	Miozäner Hirsch
Obere Brackwasser-Molasse	Oncophora-Schichten Sand-Kalkmergel-Serie Kirchberg-Formation	**Ortenburger Schotter;** Verzahnung mit BWM	
Obere Meeresmolasse	Glaukonitsande-Blättermergel-Neuhofener Schichten Eggenburg-Sand-Mergel-Folge Ortenburger Meeressand	**Ortenburger Schotter;** Verzahnung mit oberster OMM (HAAS 1987: 6)	
Eozän	Umlagerung	Eozänes Flusssystem in Ortenburger Schotter	Eozäne Hölzer

Tabelle 10: Stratigraphische Lage des Ortenburger Schotters in der BWM mit seiner randlich verzahnten Abfolge mit OSM und OMM (verändert nach DOPPLER et al. 2005, Tab. 2) mit ihrem gemischten Fossilbestand

MN-zone	OSM-units	Phyto-Zonen	Region Günz-Iller	Region Lech-Paar	Region Ilm-Isar	Eastern Bavaria
			Ries-boulders	Ries-boulders	Ries-boulders	
MN 5 type	OSM E	OSM-3b1	Hiatus Ziemetshausen 1c Ebershausen Mohrenhausen Altenstadt	Hiatus Unterneul 1a Bentonite	Hiatus Eberstetten	Hiatus
		OSM-3b1	Hiatus	Hiatus	Hiatus	Hiatus
	OSM D		Oggenhof	Oberbernbach	Affalterbach Bentonite	
			Betlinshausen		Unterempfenbach 1b,d	
	OSM C	OSM-3b1	Burtenbach		Sandelzhausen Unterempfenbach 1c	Maßendorf
		OSM-3a	Schönenberg Roßhaupten		Puttenhausen	Falkenberg Goldern
MN 5 base	OSM B	OSM-2	Bellenberg 2 Bellenberg 1	Langenmoosen	Wörth a. d. Isar	Niederaichbach
MN 4b	OSM A	OSM-1 OMM	Unter-Kirchberg Günzburg Langenau			**Rauscheröd II** Forsthart Rembach **Rauscheröd I** Wackersdorf

Tabelle 11: Versuch, die Fundstellen Rauscheröd I mit ihrem Ortenburger Schotter und Rauscheröd II ,it den Liegenden Süsswasser-Schichten in der Molasse-Sedimentabfolge einzuhängen (dies betrifft nicht die Xyloflora von Rauscheröd I), ebenso die Blatt- und Fruchtflora von Rauscheröd II (Floren rot gekennzeichnet, verändert nach HEISSIG))

Costa Rica	Rauscheröd	Bemerkungen
Palmen wachsen rezent an der Küste Costa Ricas und werden als Stubben und Stämme ins Meer gespült	Palmen finden sich z.T. noch mit Wurzelmantel in einem feinkörnigen Ortenburger Schotter, der als Delta ins Ottnang-Meer (Paratethys) schüttet	Rezent: Cocos Fossil: Fasciculites (früher Palmoxylon)
Küsten-Regenwald in Hanglage mit abgespülten Baumstämmen tropischer Art	Stämme tropischer Hölzer als Fossilien in Ortenburger Schotter	Tropenhölzer
Stämme oft mit Bohrmuscheln, Drifter	Kieselhölzer praktisch ohne Bohrmuscheln oder Bohrschwämme, keine Drifter	Befall mit marinen Mollusken und Schwämmen
Oft durch Pilze usw. destruierte Hölzer	Destruierte Kieselholzstämme mit zerstörtem Inneren	Befall durch Pilze, Bakterien usw.
Wenig berindete Stämme	Keine Rinden, nur Verwitterungsrinden	Rinden
Glatt geschliffene Stämme	Glatte oder riefig destruierte und geschliffene Stämme	Schliff durch Abrieb
Keine in-situ-Befunde	Keine in-situ-Befunde	In-situ-Lage
Sediment: vulkanische Sande und Kiese, feinkörnig	Feinkörnige Ortenburger Schotter und Sande	Sediment
Im Meer driftende Stämme	Kieselhölzer nur im meernahen Schotter	Drifter
Ausgedehnte Wurzelbereiche häufig	Ausgedehnte Wurzelbereiche selten	Wurzeln
Stammreste oft ohne Äste oder Wurzeln, mediane Lage	Stammreste oft ohne Äste oder Wurzeln, mediane Lage	Mediane Stammreste
Relativ energiearme Sedimentbewegung vom Hang her, energiereiche Bewegung bei Stürmen im Meer	Ortenburger Schotter relativ energiearm, feinkiesig, keine marinen Sedimente vorhanden	Schüttungsenergie
Marine Mollusken im nahen Sediment	Marine Mollusken und Haizähne im Sediment	Beifauna
Hauptsächlich Küstenbedingungen mit Ebbe und Flut	Hauptsächlich Bedingungen eines anastomosierenden Stromes („braided river system“)	Wasserbewegung
Direkt vor Ort mit kleinräumiger Umlagerung	Mit großflächiger Umlagerung aus dem Hinterland	Herkunft
Keine Verkieselung	Verkieselung	Mineralisierung

Tabelle 12: Zusammenstellung aller Bedingungen für die Xyloflora von Rauscheröd im Vergleich mit der rezenten Flora von Costa Rica

Europäische Region/Fundort	Bedingungen für diese Funde	Rauscheröd als Vergleich
Eggingen und OMM Baden Württemberg Unter-Miozän (Ottnang-Karpat)	mit schlecht erhaltenen Palmresten, Umlagerung	Umlagerung, Sekundäre Lagerstätte, Rauscheröd I
Simsee-Region in OMM Unter-Miozän (Ottnang-Karpat)	mit umgelagerten kleinen Palmholzresten, Umlagerung	Umlagerung, Sekundäre Lagerstätte, Rauscheröd I
Rheinische Ablagerungen mit Palmen auf Reliktstandort Mittel-Miozän, evtl. Ober-Miozän?	Sicher am Standort, da Holz, Blätter, Bast usw. vorliegen, z.T. Mastixioideenflora	Palmen-Standort? – sicher nicht, Rauscheröd I
Tuchorize, Tschechien mit Palmsamen im Travertin, Untermiozän Burdigal, Eggenburg	Sicher, da in situ mineralisiert vorliegend, mit ärmlicher Begleitflora, Umlagerung nicht möglich, da Travertin	Palmen-Standort? Sicher nicht, Rauscheröd I
Unterkirchberg bei Ulm, Blatt- und Frucht-Flora in Kirchberger Schichten	Gemäßigtes subtropisches Klima	vergleichbar nur mit hangender *Hemitrapa*-Lage, Rauscheröd II
Langenau bei Ulm, reiche Frucht-Flora in kohligen Schichten der Grimmelfinger Graupensande	Gemäßigtes subtropisches Klima	vergleichbar nur mit hangender *Hemitrapa*-Lage, Rauscheröd II
Schwandorf-Wackersdorfer Braunkohlentertiär	Gemäßigtes subtropisches Klima, Mastixioideenflora Hinterlandflora im Unter-Miozän	Zeiteinheit vor Rauscheröd I, kein Vergleich zur Xyloflora
Chiemseegebiet mit eozänen Driftern	Tropische Küstenflora	Xyloflora Rauscheröd I passt in dieses Zeitfenster
Nordbayerische Schotter nahe Passau, Jungtertiär	Tropische Hinterlandflora möglich, Umlagerung aus dem Eozän	Xyloflora Rauscheröd I passt in dieses Zeitfenster
Ungarn, Tschechien, Polen	Eozäne tropische Floren	Xyloflora Rauscheröd I passt in dieses Zeitfenster

Tabelle 13: Zusammenstellung aller Bedingungen für die Xyloflora von Rauscheröd I im Vergleich mit anderen Kriterien bzw. Fundpunkten

Literatur

ERRATA: Die bei GREGOR et al. (2005: 16) angegebenen Literaturzitate 2005a und b sind als ungültig zu betrachten und betreffen die vorliegende Arbeit.

AKAHANE, H., FURUNO, T., MIYAJIMA, H., YOSHIKAWA, T. & YAMAMOTO, SH. (2004): Rapid wood silification in hot spring water, an explanation of silification of wood during the earth history.- Sed. Geol., **169**, 3-4: 219-226, 11 figs.

BALDANZA, A., SABATINO, G., TRISCARI, M., ANGELIS, M.C.de (2009): The Dunarobba Fossil Forest (Umbria, Italy): mineralogical transformations evidences as possible decay effects.- Per. Mineral.), **78**, 3, 51-60, 10 figs., 2 tabs.

BALLHAUS CH., GEE, C.T., BOCKRATH, C., GREEF, K., MANSFELDT, T. & RHEDE, D. (2012): The silicification of trees in volcanic ash - An experimental study.- Geochimica et Cosmochimica, Acta, **84**: 62–74, 3 tabs., 10 figs., Elsevier

BERNDT, H.-J., GREGOR, H.-J. & HEYNG, A.M. (2011): Eine pyritisierte Palmfrucht aus dem eozänen Schwarzmergel (Spirka Member) des Rohrdorfer Zementwerkes am Chiemsee (Kurzmitteilungen 2).- Documenta naturae, **164**, 2: 15-21, 1 Taf., München

BURGH, J. v.d. & MEULENKAMP, J. E. (1966): Über einige fossile palmenartige Hölzer aus den östlichen Niederlanden. - Acta Bot. Neerl., **15**: 276-283, 7 Taf., Utrecht

BURGH, J. v.d. (1984): Some palms in the miocene of the lower rheinish plan.- Review of Palynology, **40**: 359 – 374, Amsterdam

BUZEK, C. (1977): Date-palm seeds from the Lower Miocene of Central Europe.- Vestn. Ustred. ustav. geol., **52**: 159-168, 2 Taf., 2 Tab., Praha

CHANDLER, M.E.J. (1963): The Lower Tertiary Floras of Southern England. 3. Flora of the Bournemouth Beds, the Boscombe, and the Highcliff Sands.- Brit. Mus. natur. Hist., xi+169 pp., 25 pls., London

COLLINSON, M.E. (1983): Fossil Plants of the London Clay. - Palaeont. Ass. Field Guide to Fossils, **1**:121 pp., 3 tabs, 242 textfigs., London

DERNBACH, U. & GREGOR, H.-J. (1995): Amorph verkieselte fossile Hölzer mit strukturbietender Außenzone aus der Türkei.- Documenta naturae, **93** (Kurzmitt. IV): 38-39, 2 Abb., Taf. 17-18, München

DERNBACH, U. (Hrsg.) (1996): Versteinerte Wälder – die 31 schönsten versteinerten Wälder der Erde.- 188 S., viele, z.T. farb. Fotos, D'ORO Verl., Lorsch

DOPPLER, G., HEISSIG, K. & REICHENBACHER, B. (2005): Die Gliederung des Tertiärs im süddeutschen Molassebecken.- Newsletters on Stratigraphy, **41**(1-3): 359-375

EDER, M. (1955): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen des Jungtertiärs im Raum von Passau. – Dissertation Univ. München – 90 S., München

ERDEI, B., DOLEZYCH, M. & HABLY, L. (2009): The buried Miocene forest at Bükkabrany, Hungary.- Review Paleobot. Palyn., **155**: 69-79, 5 pls., 1 tab., Elsevier, Amsterdam

FELIX, J.P. (1882): Studien über Fossile Hölzer.- Inaugural – Dissertation zur Erlangung der Doctorwürde bei der philosophischen Fakultät, Universität Leipzig, S. 1-81, 1 lithogr. Tafel, Druck von Peschel und Trepte, Leipzig

FELIX, J.P. (1883) Die fossilen Hölzer Westindiens. – Sammlg. palaeontol. Abh., Serie **1**, Heft 1: 1–28

FLEISSNER, K.S. & GREGOR, H.-J. (2016): Erstnachweis eines Pottwales in der Oberen Meeresmolasse des Hirnsberges am Simsee (Ldkr. Rosenheim, Bayern).- Documenta naturae, **196**, 4: 1-19, 2 Abb., 6 Taf., München

GOTHAN, W. (1942): Über Palmenwurzelhölzer aus der Braunkohle von Böhlen. – Z. f. Geschiebeforsch. u. Flachlandsgeol., **18** (1): 2–14

GOTTWALD, H. (1966): Eozäne Hölzer aus der Braunkohle von Helmstedt. - Palaeontographica, B, **119**,1-3: 76-93, Taf. 22-24, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart

GOTTWALD, H. (1976): Die Bestimmung der "Kautschukhölzer" und "Kautschukrinden" aus der Braunkohle des Geiseltales, in: Eozäne Floren des Geiseltales.- Abh. Zentr. Geol. Inst., Paläont. Abh., **26**: 283- 290, Taf. XL, XLI, Berlin

GOTTWALD, H. (1992): Hölzer aus marinen Sanden des Oberen Eozän von Helmstedt (Niedersachsen). - Palaeontographica, B, **225**,1-3: 27-103, 20 Taf., Stuttgart

GOTTWALD, H. (1994): Tertiäre Kieselhölzer aus dem Chindwinn-Bassin im nordwestlichen Myanmar (Birma). - Documenta naturae, **86**: 1-90, 28 Abb., 2 Tab., 9 Taf., München

GOTTWALD, H. (1997): Alttertiäre Kieselhölzer aus miozänen Schottern der ostbayerischen Molasse bei Ortenburg.- Documenta naturae, **109**: 1-83, 24 Abb., 4 Tab., 11 Taf., München

GOTTWALD, H. (2000): Gymnosperme und angiosperme Hölzer aus den „Aachener Sanden" der Oberen Kreide von NO-Belgien und NW-Deutschland – mit anatomischer Bestimmung der Arten, Kommentaren, Tafeln und 96 Mikrofotos (Pflanzen aus der Aachener Kreide – Teil 1).- Documenta naturae, **131**, Teil 1, 65 S., 14 Abb., 2 Tab., 10 Taf., München

GOTTWALD, H. (2002): Tertiäre Kieselhölzer der Südlichen Frankenalb.- Documenta naturae, **143**: 1-53, 11 Abb., 4 Tab., 7 Taf., München

GOTTWALD, H.P.J. (2004): Neue taxonomische Untersuchungen an 205 tertiären Hölzern und 2 verkieselten Rindenresten aus der Südlichen Frankenalb und deren Randgebieten - mit Aussagen über Herkunft und Flora, Klima und Alter.- Documenta naturae, **153**: 1-93, 39 Abb., 3 Tab., 9 Taf., München

GREGOR, H.-J. & HABERDA, H. (1993): Ein Palmenholz aus der Braunkohle der „Älteren Serie" am Südrand des Bayerischen Grundgebirges bei Deggendorf (Kurzmitteilungen I).- Documenta naturae, **80**: 50-54, 1 Abb., 1 Taf.; München

GREGOR, H.-J. & LUTZ, H. (1984): Süßwasserquarzite mit Palmenresten aus dem Miozän von Eggingen (Ulm).- Günzburger Hefte, **2** (Molasseforschung 84): 58-61, div. Fig.; Günzburg

GREGOR, H.-J. & MELLER, B. (2006): Tetraclinis MAST. – der Araarbaum als Modell für die Problematik paläoökologisch-paläoklimatischer Rekonstruktionen.- Documenta naturae, **155**, 6: 1-33, 8 Abb., 2 Tab., 3 Taf., München

GREGOR, H.-J. & VELITZELOS, E. (1997): Tertiäre Xylofloren aus Libyen - ein Exkursionsbericht zur Problematik der dortigen Fundstellen.- Documenta naturae, **115:** 15-41, 5 Abb., 4 Tab., 4 Taf., München

GREGOR, H.-J. & VELITZELOS, E. (2003): The Sahabi-Formation at Sabhkat Shunayn (Libya) and the problem of reconstructing the environment with the aid of fossil woods. Kurzmitteilungen V).- Documenta naturae, **149:** 33-35, München

GREGOR, H.-J. (1980): Zum Vorkommen fossiler Palmenreste im Jungtertiär Europas unter besonderer Berücksichtigung der Ablagerungen der Oberen Süßwasser-Molasse Süddeutschlands.- Ber. Bayer. Bot. Ges., **51**: 135-144; München

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. (1983): Ein verkieselter Baumstamm aus den Ortenburger Schottern (Kurzberichte III).- Documenta naturae, **12**: 38, 39, 1 Taf.; München

GREGOR, H.-J. (1989): Neue geologisch-paläontologische Ergebnisse aus den Tagebauen der „Oberpfälzer Braunkohle" (Naab-Molasse, Miozän).- Documenta naturae, **55**: 1-78, 15 Abb., 10 Taf.; München

GREGOR, H.-J. (2003): Erstnachweis von Seegras-Resten (*Posidonia*) im Oberen Eozän der Nördlichen Kalkalpen bei Hallthurm.- Documenta naturae, **148:** 1-19, 5 Abb., 2 Taf., München

GREGOR, H.-J. (2007): Der südindische Shola-Bergwald (Palni Hills, Western Ghats) und seine floristischen Beziehungen zum europäischen Neogen.- Documenta naturae, **160**: 1-67, 4 Abb., 2 Tab., 6 Taf., 3 Append., München

GREGOR, H.-J. (2008): 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): Pflanzliche Großreste aus dem grünen Sandstein (Eozän, Flysch) vom Grünten bei Sonthofen/Allgäu (Kurzmitteilungen 7).- Documenta naturae, **164**, 2: 45-47, 1 Taf., München

GREGOR, H.-J. (2016): Nachweise von Koniferen und Baumfarnen im marinen Dogger von Sengenthal/Neumarkt (Oberpfalz).- Documenta naturae, **198**: 37-71, 3 Abb., 11 Taf., München

GREGOR, H.-J. (2017a): Eine neue Art der Onagraceen (Nachtkerzengewächse) in der miozänen Oberen Brackwasser-Molasse Bayerns – *Ludwigia pfeilii* nov. spec.: Documenta naturae, **196**, Teil 7: 33-49, 3 Abb., 1 Tab., 6 Taf., München

GREGOR, H.-J. (2017b): Erstnachweis von *Hemitrapa teumeri* (Hydrocaryaceae) in der miozänen Oberen Brackwasser-Molasse von Rauscheröd bei Ortenburg (Bayern) und ihre Begleitflora.- Documenta naturae, **196**, Teil 7: 51-63, 1 Abb., 2 Taf., München

GREGOR, H.-J., EXEL, R., HOLLEIS, P., MOUSSAVIAN, E., SPANO, C. & THEWALT, U. (2000): Der "fossile Wald" auf Sardinien (Tertiär, Italien) - Kritische Würdigung und neue Erkenntnisse zur Entstehung und Genese eines Phänomens.- Flora Tertiaria Mediterranea, **V,** 4: 1-117, 9 Abb., 4 Tab., 35 Taf., München

GREGOR, H.-J., VELITZELOS, E. & HOLLEIS, P. (2005): Bemerkungen zu fossilen Hölzern und zum Begriff „Fossiler Wald" weltweit und speziell von Griechenland -

Diagenese und Umlagerung, xylotomische Probleme, stratigraphische Besonderheiten und ökologisch-klimatologische Interpretationen.- Documenta naturae, **154**: 187 S., 11 Abb., 7 Tab., 40 Taf., München

GRIMM, W.D. (1977): Erd- und Landschaftsgeschichte der Umgebung von Griesbach im Rottal. - Therme, S. 7-13, 8 Abb., Kulturhefte aus Griesbach i. Rottal

GÜNTHER, TH. & GREGOR, H.-J. (1989-2004): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas, Band 1-12.- Documenta naturae, **50/1**: 180 S., **50/2**: 159 S., **50/3**: 244 S., **50/4**, 190 S., **50/5**, 150 S., **50/6**: 154 S., **50/7**, 175 S., **50/8**, 208 S., **50/9**, 266 S., **50/10**, 181 S., **50/11**, 78 S., **50/12**, 208 S., München

HAAS, J. (1987): Das Ortenburger Schotterdelta in der Süßbrackwassermolasse von Ostniederbayern (geologische, sedimentpetrologische und terrestrisch-photogrammetrische Untersuchungen).- Inaug.-Diss. Fak. Geowiss. LMU München.- 1-145, 57 Abb., 3 Anh., München

HEIL, R., KOENIGSWALD, W.v., LIPPMANN, H.G., GRANER, D. & HEUNISCH, C. (1987): Fossilien der Messel-Formation.- 159 S., viele s/w-Abb., Hess. Landesmus. Darmstadt

HELLAWELL, J., BALLHAUS, CH., GEE, C.T., MUSTO, G.E., NAGEL, TH.J., WIRTH, R., RETHEMEYER, J., TOMASCHEK, F., GEISLER, TH., GREIF, K. & MANSFELD, T. (2015): Incipient silification of recent conifer wood at Yellowstone hot spring.- Geochimica & Cosmochimica, Acta, **149**: 79-87, 4 figs., 2 tabs., Elsevier

HEYNG, A. & GREGOR, H.-J (2007): Ein lauroider Blattrest aus dem marinen Eozän von Rohrdorf im Chiemgau (Bayern) (Kurzmitteilung 7).- Documenta naturae, **164**, 1: 29-31, 2 Abb., 1 Taf., München

HUBER, P. & PAVLICEK, P. (2008): Ratká, eine obermiozäne (Sarmatium) Fundstelle für Hölzer und Rhizome in Ungarn.- Documenta naturae, **167**: 1-19, 8 Abb., 1 Tab., 20 Fig., München

HUBER, P. (2009): Miozäne Fundstellen in Vulkaniten des Sheldon National Wildlife Refuges (Nevada, USA): Das Virgin Valley – Holz und Opal vom Feinsten; Protoyucca shadishii von den Badger Flats.- Documenta naturae, SB **55**: 1-80, viele farb. Abb., München

JUNG, W. (1968): Pflanzenreste aus dem Jungtertiär Nieder- und Oberbayerns und deren lokalstratigraphische Bedeutung.- **25**. Ber. naturw. Ver. Landshut: 43-72, 8 Taf., Landshut

JUNG, W. (1981): Sind die fossilen Palmenhölzer aus der Oberen Süßwassermolasse Bayerns umgelagert?.- Ber. Bayer. Bot. Ges., **52**: 109-116, 3 Taf., München

JURASKY, K.A. (1928): Paläobotanische Braunkohlenstudien. I. Palmen in der "pliozänen" Braunkohle des Rurtalgrabens usw. - Senckenbergiana Leth. Bd. **10**, p. 10

JURASKY, K.A. (1930): Die Palmenreste der niederrheinischen Braunkohle.- Braunkohle, **29**, 51: 1117-1149 und **30**, 52 1140- 1149, 15 Abb.

KÁZMÉR, M. (2008): The Miocene Bükkábrány Fossil Forest in Hungary – field observations and project outline.- Hantkeniana, **6**: 229-244, 22 figs.

KIRCHHEIMER, F., (1980): Ein verkieselter Palmenstammrest aus dem Pleistozän der Umgebung von Sigmaringen (Hohenzollern).- Aufschluss, **31**: 223-228, 2 Abb., Heidelberg

KNAPP, R. (1965): Die Vegetation von Nord- und Mittelamerika und der Hawaii-Inseln. - 373 S., 169 Abb., 335 Tab., Gustav Fischer Verl., Stuttgart

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

KOENIGER, J.C. (1969): Sur quelques structures de Palmiers du Mio-Pliocène de Libye.- Congr. Nat. Soc. Sav., **3**: 175-189, Paris

KRAUS, E. (1915): Die Geologie des Gebietes zwischen Ortenburg und Vilshofen in Niederbayern an der Donau.- Geogn. Jh., **28**: 91-171, München

KVACEK, Z. & WILDE, V. (2006): A critical re-evaluation of monocotyledons as described by WEYLAND and co-authors from the Rhenish browncoal (Miocene, Germany).- Palaeontographica, B, **273**, 4-6: 139-160, 9 pls., 2 tabs., Stuttgart

LAMPROPOULOS, V. (2007): Conservation of fossilized forest's structural, material.- Documenta naturae, SB **50**: 1-122, many col. & b/w figs., München

LANG, CH. (209): Sedimentpetrologische Untersuchungen an den Ortenburger Schottern (OSM/Niederbayern).- 31 S., 16 Abb., Unveröff. Dipl.-Arb., TU München

LIEVEN, U. & GREGOR, H.-J. (in Vorb): Palmreste aus der niederrheinischen Braunkohle

MÄGDEFRAU, K. (1956): Palmenhölzer aus dem bayerischen Miozän. - N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1956: 532-535, Stuttgart

MARTIUS, C.F.P. von, MOHL, H.v. & UNGER, F.J.A.N. (1856-57): *Historia Naturalis Palmarum.* (Digitalisat Tafeln: plantillustrations.org 1823 bis 1853). – (gallica.bnf.fr). Neue Auflage 1856–57 unter dem Titel *Genera et species Palmarum,* (botanicus.org). *The Book of Palms - Das Buch der Palmen.* Reprint der Tafeln, mit einem einleitenden Text von H. Walter Lack (Hrsg.) in Deutsch, Englisch und Französisch, Taschen Verlag, Köln 2010, ISBN 978-3-8365-1779-9

MATYSOVÁ, P. (2016): Study of fossil wood by modern analytical methods: case studies.- 61 pp., 7 figs., 3 tabs., Doct. Thesis, Charles University in Prague, Faculty of Science, Institute of Geology and Palaeontology

McNEILL, J. et al. (2012): International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code) (= Regnum Vegetabile. Band 154). A.R.G. GANTNER, RUGGELL 2012, ISBN 978-3-87429-425-6, Online-Version (engl.)

MÜLLER-STOLL, W. (1935): Palmenreste aus dem Eozän des Oberrheingebietes und ihre Erhaltung. - Paläont. Z., **17**,1-4: 55-72, Taf. 2,3, Berlin

PALANTI, S., SUSCO, D. & TORNIAI, A.M. (2004): The resistance of Dunarobba fossil forest wood to decay fungi and insect colonization.- Int. Biodeterior. & Biodegrad., **53**, 89-92

PINGEN, M., (1987): Eine miozäne Frucht- und Samenflora aus Kreuzau bei Düren. - Documenta naturae, **41**, 14-18, 2 Fig., 2 Taf., München

PIPPERR, M. & REICHENBACHER, B. (2009): Biostratigraphy and paleoecology of benthic foraminifera from the Eggenburgian „Ortenburger Meeressande" of southeast Germany (Early Miocene, Paratethys).- N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **254**: 41-61

RADWANSKI, A. (2010): „Phoenix szaferi" (palm fruitbodies) reinterpreted as traces of wood-boring teredinid bivalves from the Lower Oligocene (Rupelian) of the Tatra Mountains, Poland.- Acta Palaeobot., **49**, 2: 279-286, 3 figs., Krakow

RÖSSNER, G. E. (1995): Odontologische und schädelanatomische Untersuchungen an *Procervulus* (Cervidae, Mammalia). Münchner Geowiss. Abh., A, **29**, 127 pp.

SACH, V. (2014): Fossilienkatalog der Oberen Süßwassermolasse (OSM), Brackwassermolasse (BM), Oberen Meeresmolasse (OMM) und der Unteren Süßwassermolasse (USM) in Südwestdeutschland (Landkreis Biberach a.d. Riss, Landkreis Ravensburg und Bodenseekreis, Ulmer/Neu-Ulmer Gegend, Landkreis Sigmaringen).- Documenta naturae, SB **70**: 1-112, 74 Abb., 2 Tab., 4 Taf., München

SAMINPANYA, S. & LIN SUTHERLAND, F. (2013): Silica phase-transformations during diagenesis within petrified woods found in fluvial deposits from Thailand–Myanmar.- Sedimentary Geology, **290**: 15-26, 10 figs., Elsevier

SCHELLHORN, ST. & GREGOR, H.-J. (2018): Palmreste in der Oberen Meeresmolasse vom Hirnsberg bei Bad Ensdorf (Krs. Rosenheim).- Documenta naturae (in Vorb.)

SELMEIER, A. (1982): Verkieseltc Holzreste aus den pontischen Vogesenschottern des Dclsberger Beckens (Schweiz). - Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 56: 33-41,6 Abb., Frankfurt a. M.

SELMEIER, A. (1983): Aufsammlungen von Kieselhölzern aus tertiären Schichten Süddeutschlands, der Schweiz und aus Österreich.- Mitt. Bayer. Staatsl. Paläont. Hist Geol., **38**: 275-300, 10 Abb., 7 Tab., München

SELMEIER, A. (1984): Fossile Bohrgänge von Anobium sp. in einem jungtertiären Lorbeerholz aus Eggweil (Südliche Frankenalb). - Archaeopteryx (Jg. 1984): 13-29, 14 Abb., Eichstätt

SELMEIER, A. (1994): Kieselhölzer aus dem Donauraum zwischen Regensburg und Passau.- Bot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V., 1-19, Passau

SELMEIER, A. (2000a): Liste der Tertiärhölzer aus dem nordalpinen Molassebecken und der Südlichen Frankenalb (Deutschland). - Archaeopteryx, **18**, Eichstätt

SELMEIER, A. (2000b): Verkieselte Holzreste aus der Molasse und alpinen Regionen. - Hoppea, **61**: 795-813, 3 Tab., 9 Abb., Regensburg

SPITZLBERGER, G. (1987): Miozän-Grabung Goldern bei Landshut 1986. - Jber. u. Mitt. Freunde Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. München, **15**: 44-52, 4 Abb., München

STADLER, J. (1925): Geologie der Umgebung von Passau. – Geognostische Jahreshefte, **38**: 39—118; München.

STENZEL, K. G. (1904): Fossile Palmenhölzer.- Beitr. Paläont. Geol. Österr.-Ung. u. Orients, **16**: 107-287, Taf. 3-24

STORZ, M. (1928): Die sekundäre authigene Kieselsäure in ihrer petrogenetisch-geologischen Bedeutung.- in: Monographien zur Geologie und Paläontologie (Hrsg. W. SOERGEL), **II**, 4, 137 S., 55 Fig., 10 Taf., Berlin

SÜSS, H. & VELITZELOS, E. (1997): Fossile Hölzer der Familie Taxodiaceae aus tertiären Schichten des Versteinerten Waldes von Lesbos, Griechenland. – Feddes Repertorium, **108** (1/2): 1-30.

SÜSS, H. & VELITZELOS, E. (2001): Lebensspuren holzzerstörender Organismen an fossilen Hölzern aus dem Tertiär der Insel Lesbos, Griechenland. – Mitt. Mus. Naturkunde, Berlin, Geowiss. Reihe, **4**: 57-69.

TEICHMÜLLER, M. (1958): Rekonstruktion verschiedener Moortypen des Hauptflözes der niederbayerischen Braunkohle. - Fortschr, geol. Rheinld.u.Westf., **2**: 599-612, 3 Taf., 5 Abb., Krefeld

TICHY, G. (1980): Über das Auftreten von Icacinaceen-Früchten aus dem Eozän von St. Pankraz bei Salzburg und dem Kressenberg in Oberbayern.- Verh. Geol. B.-A. (1979), **79**, 3: 415-421, 1 Taf., Wien

TIDWELL, W. D., RUSHFORTH, S. R. & SIMPER, A. D. (1971): *Rhizopalmoxylon* from the Arapien Shale (Jurassic) of Utah.- American Journal of Botany, **58**, 5, Part 2: 473

TRALAU, H. (1964): The genus NYPA WURMB. - K.Svenska Vetensk. Akad.Handl., Fjärde Serien, Bd. **10**, Nr. 1, 29 pp., 5 pls., Uppsala

TURLAND, N.J. (2013): The code decoded. A user's guide to the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (= Regnum Vegetabile. Band **155**). Koeltz Scientific Books, Königstein 2013, ISBN 978-3-87429-433-1

UNGER, F. (1845) De palmis fossilibus, In: Martius, C.F.P. de (1831–1850): Historia naturalis palmarum, **1** (8): pp. LIII–LXX, Fried. Fleischer, Leipzig

UNGER, H. J. & SCHWARZMEIER, J. (1982): Die Tektonik im tieferen Untergrund Ostniederbayerns. - Jb. Oö. Mus.-Ver., **127**/1: 197-220, 10 Abb., Linz

UNGER, H. J. (1971): Die obere Süßwassermolasse zwischen Inn und Donau. - Aspekte, **1**: 14-35, 6 Profile, München

UNGER, H. J. (1983a): Die Forschungsbohrungen Osterhofen GLA 1-5, die Stratigraphie des tieferen Untergrundes und die Lagerung des Ortenburger Schotters.- Verh. geol. Bundesanst., 1982: 285-311, 11 Abb., 2 Tab.; Wien

UNGER, H. J. (1983b): Versuch einer Neugliederung der Oberen Süßwassermolasse.- Geol. Jb., A, **67**: 5-36, 6 Abb., 3 Tab., Hannover

UNGER, H. J. (1989): Die Lithozonen der Oberen Süßwassermolasse Südostniederbayerns und ihre vermutlichen zeitlichen Äquivalente gegen Westen und Osten.- Geol.Bav., **94**: 195-237, München

UNGER, H. J. (1995): Der Ortenburger Schotter in Bohrungen Ostniederbayerns.- Documenta naturae, **95**: 22-62, 11 Abb., 3 Tab., München

UNGER, H. J. (1997): Der Ortenburger Schotter am Nordrand der ostbayerischen Molasse.- Geol. Bav., **102**, 361-392, München

UNGER, H.-J. (1984): Geologische Karte von Bayern 1:50 000. – Erläuterungen zum Blatt Nr. L7544 Griesbach im Rottal. – 245 S.; Bayer. Geol. L.-Amt Ed., München

UNGER, H.-J. (1999): Zur Geologie im Donautal zwischen Straubing und Pleinting. – Documenta naturae, **128**: 1-110; München

VATER, H. (1884): Die fossilen Hölzer der Phosphoritlager des Herzogth. Braunschweig.– Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. **36**: 783–853

VELITZELOS E. & ZOUROS N. (1988): The Petrified Forest of Lesvos. 140 S., many clo. Fotos, Natural History Museum of the Lesvos Petrified Forest, Sigri –Lesvos (Greece)

VELITZELOS, E., PETRESCU, I. & SYMEONIDIS, N. (1981): Tertiäre Pflanzenreste von der Ägäischen Insel Lesbos (Griechenland). - Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, **50**; 49-50, Frankfurt a.M.