

documenta

naturae | no. 154

München 2005

Fossile Wälder

Fossile Hölzer

Pseudowälder



GREGOR – VELITZELOS – HOLLEIS

DOCUMENTA NATURAE

Nr. 154 2005

ISBN 3-86544154-8

ISSN 0723-8428

**Herausgeber der Zeitschrift Documenta naturae im
Verlag (Publishing House) Documenta naturae - München (Munich)**

**Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, D-82140 Olching
Dr. Heinz J. Unger, Nußbaumstraße 13, D-85435 Altenerding**

**Vertrieb: Dipl.-Ing. Herbert Goslowsky, Valerystraße 55, D-85716 Unterschleißheim,
e-mail: goslowsky@documenta-naturae.de**

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

**Die Zeitschrift ist Mitteilungsorgan der Paläobotanisch-Biostratigraphischen
Arbeitsgruppe (PBA) im Heimatmuseum Günzburg und im
Naturmuseum, Im Thäle 3, D-86152 Augsburg**

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

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

**©copyright 2001 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: Juliane Gregor und Hans-Joachim Gregor
Umschlagbild: Fossiler Baumstamm in situ aus dem Virgin Valley von Nevada/USA
(Nevada, Foto SEIDL) und roter Achatsatmm von Lesbos (Sigri, Apolithomeno
Dassos, Foto VELITZELOS)**

**www.palaeo-bavarian-geological-survey.de; www.documenta-naturae.de
München 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**

H.-J. GREGOR, E. VELITZELOS & P. HOLLEIS

Adressen der Autoren:

Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, D-82140 Olching

Palaeo-Bavarian-Geological-Survey,

e-mail: h.-j.gregor@t-online.de

Prof. Dr. Evangelos Velitzelos, University of Athens, Dept. of Geology, Sector of Historical Geology/Palaeontology, Panepistimioupoli, 15784 Athens, Greece,

e-mail: velitzel@geol.uoa.gr

Dipl.-Ing. Peter Holleis, Birkenstr. 12, D-82194 Gröbenzell,

e-mail: Peter.Holleis@LfL.bayern.de

Die Autoren sind Mitglieder der Paläobotanisch-biostratigraphischen Arbeitsgruppe im Museum Günzburg und Naturmuseum Augsburg

Zusammenfassung

Weltweit findet man in vulkanischen, fluviatilen, marinen oder limnischen und palustrischen Ablagerungen Hölzer. Sie liegen sowohl als „versteinerte“ Fossilien vor, als verkieselte, achatisierte, opalisierte oder anderweitig mineralisierte, oder auch als lignitisierte und gagatisierte Reste.

Das Vorkommen versteinerter Hölzer jeglicher Größe wird landläufig gerne als Überrest „Fossiler Wälder“ interpretiert, auch wenn völlig klar ist, dass die mehr oder weniger großen Stammreste und Holzsplitter allochthon im Sediment liegen.

Es wird hier darum der Begriff „Fossiler Wald“ näher untersucht, um diesen Missbrauch zu unterbinden. Es kann festgestellt werden, dass man mit den meisten fossilen Wäldern keine Aussagen zur Ökologie, Klima oder Stratigraphie des Fundortes machen kann, da die Transportproblematik, diagenetische Veränderungen oder Umlagerung aus anderen Schichten solches verbietet. Es wird äquivalent zu den Begriffen autochthon – allochthon der Versuch unternommen, schichtechte und schichtfremde Objekte mit den Begriffen homoiostrat (Umlagerung nur zeitgleich zur Sedimentation) und xenostrat (aus älteren Schichten umgelagert) zu definieren.

Es lassen sich folgende unterschiedliche fossile Wälder unterscheiden:

- A) echte in situ Verhältnisse mit Paläoboden, Wurzelstubben und aufrechter Lage der Stämme
- B) riesige Stämme horizontal liegend, meist ohne Wurzeln und wenn, dann abgerollt, keine in situ Bedingungen und kein Paläoboden
- C) große bis kleine Stammreste, Äste, große Splitter, meist wirr im Sediment oder strömungstechnisch eingeregelt, allochthones Verhalten
- D) meist kleinere Stücke und Splitter regellos im Sediment, oft eindeutig umgelagerte und glattgeschliffen, auf sekundärer Lagerstätte.

Echte fossile Wälder liegen in z.B. Griechenland vor, dort stehen die Stämme in situ – im Gegensatz dazu die Unmengen von Stammresten und Kieselhölzern aller Größen in der Molasse Süddeutschlands, die praktisch alle als umgelagert zu betrachten sind.

Eine Typologie der fossilen Wälder wird aufgestellt, gestützt durch KRASILOV's Definitionen von Taphozöosen. Die Wälder werden hier als Versteinerte Wälder 1. Ordnung bis 4. Ordnung bezeichnet und diese systematische Zuordnung durch spezielle Kennzeichnung von Mineralisation, Befall von Tieren jeglicher Art sowie speziellen Sonderfällen (anhängende Fruktifikationen usw.) gekennzeichnet. Sie werden als Petre-, Ligni- bzw. Minerasilva bezeichnet, je nach „Versteinerungsart“ – bzw. als Petre-, Ligni- bzw. Mineratrunci, in ersterem Falle als echte fossile Wälder, in letzterem als Stämme, Stammreste, Hölzer und Splitter.

Der Algaesilva bzw. die Algaetrunci bedeuten Ummantelung fossiler Hölzer und Stämme durch Mikrobenmatten, Algen usw.

Es wird eine kurze Interpretation der Umwelt- bzw. ökologischen Bedingungen, des Klimas und der stratigraphischen Gegebenheiten bei fossilen Wäldern vorgelegt.

Summary

The expression „fossil forest“ is under research, because there is much confusion about the term. Xylofloras do not allow any ideas about ecology, climate or stratigraphy of a fossil site, except the stems stand in situ and show autochthonous and homiostratous conditions.

Depending on reworking conditions many “fossil forests” are allochthonous and xenostratous and only allow considerations about the origin of the woods, age or other mixed up conditions.

The terms homiostratous and xenostratous are newly established and in comparison with autochthonous and allochthonous are defined: homiostratous are all fossil woods, which are of the same age as the sediment; xenostratous are fossils reworked from older sediments into younger ones.

Real in situ-forests exist in Europe in Greece (Lesvos), Italy (Dunorobba) or Germany (Hambach) and North America (Yellowstone), but most of the others are more or less reworked (German molasse, Ratka/Hungary, Namibia/S-Africa or Java)

A typological interpretation and definitions sensu KRASILOV finishes up the understanding of the fossil forests and allows a new definition of the term “Petrified or fossil forest”. We distinguish 4 orders and one special order with petresilva (silicified forest s.l.), lignisilva (xylitic) or minerasilva (different minerals). If the trunks are smaller or only small pieces we speak about Petretrunci, lignitrunci and mineratrunci.

Fossil Forest of 1. order: huge stems and trunks upright, with twigs and roots, in situ, (eu)autochthonous, homiostratous

Fossil Forest of 2. order: large stems and trunks horizontally lying, partly twigs and roots, pp. in situ, (semi)autochthonous to allochthonous, homiostratous to rarely xenostratous,

Fossil Forest of 3. order: medium sized to small trunks and pieces horizontally lying, no twigs, allochthonous, rarely homiostratous and often xenostratous, erosional signs

Fossil Forest of 4. order: medium sized to small pieces of wood horizontally lying, no twigs, allochthonous, mostly xenostratous, erosional signs, Windkanter, Pleistocene sediments.

Algaesilva or algaetrunci are fossil trunks or pieces with a coating by microbes, bacteria, algae or other micropalaeontological criteria.

KRASILOV's systematic of “Lagerstätten” is used to define every fossil forest in the right way and give rise to reflections about the data, we can elucidate from the existing facts. Special supplementary conditions are shown by drifting, marine influence like balanids, teredinids, oysters etc, terrestrial influence by insects or larger animals (birds) or catastrophes like storms (lignitrunci with twigs and cones). The mineralogical content of the woods is mentioned by the type, like Fe, CaCO₃, Limonite, Pyrite, Vivianite, gypsum etc.

Special problems are discussed like determination difficulties, transport of wood, comparisons with forests, bubbling reefs etc.

Περίληψη

Απολιθωμένα δέντρα εμφανίζονται σε πολλά μέρη του κόσμου σε ηφαιστειακές, ποτάμιες, λιμναίες, θαλάσσιες και υφάλμυρες αποθέσεις. Απαντώνται ως απολιθωμένοι κορμοί, με διαφορετικούς τρόπους απολίθωσης, όπως πυριτωμένοι από την αντικατάσταση μόριο προς μόριο της οργανικής ύλης από διοξείδιο του πυριτίου, οπαλιωμένοι, ορυκτοποιημένοι ή ακόμη κορμοί μέσα σε λιγνιτικές σειρές και ως γαγατοποιημένα υπολείμματα.

Οι εμφανίσεις απολιθωμένων κορμών διαφόρων μεγεθών συνήθως παγκοσμίως αναφέρονται ως τμήματα απολιθωμένων δασών εάν και σε πολλές περιπτώσεις είναι φανερό ότι πρόκειται για τεμάχια μεγάλων κορμών ή ακόμη και μικρότερων τμημάτων που έχουν μεταφερθεί στα διάφορα ιζήματα (αλλόχθονα). Στην παρούσα μελέτη εξετάζεται λεπτομερώς η έννοια του απολιθωμένου δάσους για να αποφευχθεί η κακή χρήση της έννοιας.

Έχει διαπιστωθεί ότι τα περισσότερα απολιθωμένα δάση δεν προσφέρονται για οικολογικά, κλιματολογικά ή στρωματογραφικά συμπεράσματα κάθε περιοχής αφού η μεταφορά των δέντρων από άλλες στρωματογραφικές σειρές καθώς και διαγενετικές αλλαγές καθιστούν προβληματική την εξαγωγή τέτοιων συμπερασμάτων. Παράλληλα με τις έννοιες αλλόχθονο και αυτόχθονο επιχειρείται η προσπάθεια να προσδιοριστούν οι έννοιες ομοϊστρομα (homiostrat, απόθεση μόνο ταυτόχρονη με την ιζηματογένεση) και ξενόστρωμα (xenostrat, υλικά από παλαιότερα στρώματα που εναποτίθενται). Διακρίνονται διαφορετικά απολιθωμένα δάση με τα εξής χαρακτηριστικά:

Α) απολιθωμένα δάση αυτόχθονης γένεσης με ιστάμενους κορμούς με ριζικούς κόμβους και παλαιοέδαφος (γνήσια απολιθωμένα δάση).

Β) τεράστιοι κορμοί που βρίσκονται παράλληλοι με τη στρώση των πετρωμάτων, χωρίς ριζικούς κόμβους και παλαιοεδάφη (συνθήκες μεταφοράς).

Γ) μεγάλα έως μικρά τεμάχια ξύλων κλαδιά, μεγάλα θραύσματα συνήθως ακανόνιστα μέσα στα ιζήματα (αλλόχθονη προέλευση).

Δ) μικρότερα τεμάχια και θραύσματα ακανόνιστα στα ιζήματα (αλλόχθονη προέλευση).

Γνήσια απολιθωμένα δάση βρίσκονται στην Ελλάδα στη Λέσβο και τη Λήμνο με ιστάμενους κορμούς *in situ*, σε αντίθεση με τις άλλες εμφανίσεις απολιθωμένων δασών του κόσμου όλων των μεγεθών, όπως στη Μόλασσα της νοτίου Γερμανίας, όπου οι κορμοί είναι μεταφερμένοι και επανατοποθετημένοι. Παρουσιάζεται μία τυπολογία απολιθωμένων δασών βασισμένη στους προσδιορισμούς του KRASILOV σχετικά με τις ταφοζωνώσεις.

Τα απολιθωμένα δάση χαρακτηρίζονται από την πρώτη έως την τέταρτη κατηγορία και η συστηματική τους ταξινόμηση γίνεται με ειδικά χαρακτηριστικά των ορυκτογενέσεων, την προσβολή από ζώα κάθε κατηγορίας, καθώς επίσης ειδικών περιπτώσεων (όπως προσκολλημένα όργανα αναπαραγωγής κ.α.). Ανάλογα με το είδος απολίθωσης χρησιμοποιούνται έννοιες όπως πυριτωμένο, ενανθρακωμένο, ορυκτοποιημένο δάσος ειδικότερα ως πετρωμένοι, λιγνιτοποιημένοι-ορυκτοποιημένοι κορμοί και ριζικοί κόμβοι. Στην πρώτη περίπτωση πρόκειται για γνήσια απολιθωμένα δάση ενώ οι υπόλοιπες αναφέρονται σε μεταφερμένους και επανατοποθετημένους κορμούς ή τεμαχίων ξύλων. Ο όρος δάσος φυκών (Algaesilva) αναφέρεται στην επικάλυψη των απολιθωμένων ξύλων και κορμών από στρώμα μικροβίων και φυκών κ.α..

Παρουσιάζεται επίσης μία ερμηνεία των περιβαλλοντικών και οικολογικών συνθηκών του κλίματος και των στρωματογραφικών χαρακτηριστικών απολιθωμένων δασών.

Inhalt	Seite
Zusammenfassung – Summary - Perilipsi	2
1 Einleitung	7
1.1 Allgemeines	7
1.2 Danksagung	7
2 Definitionen heutiger Gegebenheiten	10
2.1 Der Wald	10
2.2 Das Holz	10
2.3 Die Fossilisation	11
2.4 Zeitlicher Abriß fossiler Hölzer und Wälder	12
2.4.1 Paläophytikum	12
2.4.2 Mesophytikum	13
2.4.3 Känophytikum	14
2.5 Das Sammeln: „Pro und Kontra“	15
3 Fossile Hölzer und Wälder der Welt	16
3.1 Europa	16
3.1.1 Deutschland	16
3.1.1.1 Baden-Württemberg	16
3.1.1.2 Bayern	17
3.1.1.X Brandenburg – siehe 3.1.1.8 Sachsen	21
3.1.1.3 Hessen	21
3.1.1.4 Niedersachsen	22
3.1.1.5 Nordrhein-Westfalen	22
3.1.1.6 Rheinland-Pfalz	24
3.1.1.7 Saarland	24
3.1.1.8 Sachsen	24
3.1.1.9 Sachsen-Anhalt	25
3.1.2 Schweiz	25
3.1.3 Österreich	26
3.1.4 Tschechische und Slowakische Republik	27
3.1.5 Polen	27
3.1.6 Ungarn	27
3.1.7 BENELUX – Niederlande und Belgien	27
3.1.8 Frankreich	28
3.1.9 Italien	28
3.1.9.1 Sardinien	28
3.1.9.2 Oberitalien	29
3.1.10 Griechenland	29
3.1.10.1 Insel Lesbos – Lesbos	30
3.1.10.2 Insel Lemnos - Limnos	30
3.1.10.3 Kastoria in NW-Makedonien	31
3.1.10.4 Evros in Thrakien:	31
3.1.10.5 Euböa – Evia	31
3.1.10.6 Kap Makea auf dem Peloponnes	31
3.1.11 England	31
3.1.12 Skandinavien – Dänemark und Schweden	32
3.1.13 Spanien	32
3.1.14 Rumänien	32
3.1.15 Bulgarien	33
3.2 Afrika	33
3.2.1 Äthiopien	33
3.2.2 Ägypten	33
3.2.3 Libyen	33
3.2.4 Tunesien	34
3.2.5 Algerien	34

3.2.6 Marokko	34
3.2.7 Namibia	34
3.2.8 South-Afrika	34
3.2.9 Simbabwe	35
3.2.10 Madagaskar	35
3.2.11 Togo	35
3.2.12 Kongo	35
3.3 Asien	35
3.3.1 Türkei	35
3.3.2 Indien	35
3.3.3 Myanmar (Birma)	36
3.3.4 China	37
3.3.5 Japan	37
3.3.6 Vietnam	37
3.3.7 Java	37
3.3.8 Thailand	37
3.4 Amerika	37
3.4.1 Nord-Amerika	37
3.4.2 Zentral-Amerika	39
3.4.3 Süd-Amerika	39
3.5 Australien und Neuseeland	40
3.6 „Antarctica“	40
Abbildungen 1-7	40
4 Definition des Begriffs „Fossiler Wald“	62
4.1 Versuch einer Ordnung	62
4.1.1 Fossiler Wald erster Ordnung	62
4.1.2 Fossiler Wald zweiter Ordnung	63
4.1.3 Fossiler Wald dritter Ordnung	63
4.1.4 Fossiler Wald vierter Ordnung (bzw. Fossilisierte Hölzer)	63
4.2 Besondere Bedingungen	64
4.2.1 Algenmäntel	64
4.2.2 Taphonomische und geologische Besonderheiten	64
4.2.3 Braunkohlenwälder	65
4.2.4 Transportproblematik in Raum und Zeit	65
4.2.5 Die Palmenproblematik	66
4.2.6 Bestimmungsprobleme	67
4.2.7 „Steinerne Wälder“ und Pseudo-Wälder	68
4.2.8 Ökologisch-klimatologische Interpretationen	69
4.2.8.1 Problematische Klimainterpretationen	69
4.2.8.2 Klimainterpretation mit Hilfe von fossilen Hölzern	70
5 Versuch der Typologie eines „Fossilen Waldes“	71
5.1 Genetische Klassifikation von Lagerstätten	71
5.2 Definition der Begriffe homoiostrat und xenostrat	72
5.3 Mineralisierung beim Fossilen Wald	72
5.4 Praktische Klassifikation „Fossiler Wald“	73
5.4.1 Prae-, infra- und postdiagenetische Informationen	73
5.4.2 Taphonomisch bedeutsame Fälle	75
5.4.3 Beispiele für die Typen der Fossilen Wälder weltweit	76
5.4.4 Beispielhafter Vergleich fossiler Wälder (Griechenland-Sardinien)	78
5.4.5 Fossile Wälder und ihre Klassifikation – ein Versuch	79
5.5 Lagerstätten sedimentär	82
6 Schlussfolgerungen	83
Literatur	84
Tafeln	107

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Bei der Beschäftigung mit fossilen Hölzern und Wäldern wurden einige Probleme erkannt, die die systematische Erfassung der Mineralisierung von Holz und die Definition eines „fossilen Waldes“ betrafen. Einige Jahre lang wurden nun Daten gesammelt, um diese Problematik angehen und Modelle zur Lösung und Definition bestimmter Phänomene vorlegen zu können.

Da gerade auf der Insel Lesbos (Griechenland) der schönste fossile Wald Europas steht, von Kollegen VELITZELOS sehr gut untersucht worden ist und Autor GREGOR mehrfach die Möglichkeit hatte, in Griechenland einen Eindruck von der Problematik zu bekommen, haben wir uns als Team entschlossen, dieses Thema näher anzugehen. Autor HOLLEIS hat nicht nur von Griechenland, sondern auch aus der Molasse und anderen Gebieten Vergleichsmöglichkeiten besorgt, um das Phänomen „Fossiler Wald“ besser beleuchten zu können.

Das neue Werk von DERNBACH & TIDWELL (2002) beschäftigt sich mit der „Versteinierung“ von Hölzern und Pflanzen allgemein und zeigt sehr schön die „bunten“ Möglichkeiten der Achatisierung und anderer Konservierungs-Vorgänge bei der Fossilisierung. Auf die Problematik fossiler Wälder oder Umlagerung wird praktisch von diesen Autoren nicht eingegangen.

Fossile Hölzer gehören zu den häufigsten und interessantesten Fossilobjekten weltweit. Ob im Karbon (USA), im Perm (Chemnitzer Rotliegendes), in der Trias (Sandstein-Keuper), im Schwarzen Jura (Lias) Baden-Württembergs (Holzmaden) oder im Tertiär (Lesbos, Sardinien, Libyen, Ägypten, Sheppey, Bayerische Molasse) – auf jeder Börse sieht man neue Fossilien dieser Art. Obwohl eben häufig, sind Bestimmung und weitere geologisch-paläontologische Daten dagegen eher dürftig vorhanden.

Auch fehlen oft irgendwelche Daten über Sedimente und andere Strukturen geologischer Art, da eben nur die versteinerten Objekte von Verkaufswert sind und nicht deren Umhüllung.

Schönheit vor Wissen, so möchte man hier sagen, denn die Holz-Bestimmungen sind oft mühsam und meist nur rezenten Gattungen oder Familien zuordenbar (daher Endung *-oxylon*) – dies im Gegensatz bei Fruktifikationen z.B., die meist eindeutig mit rezenten Arten verglichen werden können. Dass bei fossilen Hölzern somit ökologische oder klimatologische Aspekte problematisch werden können, lässt sich anhand vieler Beispiele zeigen (vgl. z.B. EHRLICHMANN & DONGUS 1981).

Völlig falsch wird dann der Begriff „Steinerne Wald“ bei den „Rhizoconcretions“ bzw. „Bubbling Reefs“ von Bulgariens Pobitite Kamani (s.u.) oder von Sardinien „Foresta fossile“ von Soddi, Martis und Laerru.

Es ist keineswegs eine monographische, allumfassende Bearbeitung von fossilen Wäldern hier geplant, sondern ein zusammenfassender Überblick zur Problematik, eine Auflistung der wichtigsten Funde und Literaturhinweise sowie der Versuch, fossile Hölzer und Wälder im Begriff einzuengen, zu definieren und daraus Aussagen zu Ökologie, Klima und Stratigraphie verschiedener Zeiten zu machen. Gleichzeitig gibt es damit einen Versuch, eine Lagerstättendefinition für „fossile Wälder“ zu bekommen.

1.2 Danksagung

Wir bedanken uns ganz herzlich bei folgenden Kollegen und Privatsammlern (in alphabetischer Reihenfolge) für Ihre sofortige und umfassende Hilfe und Bereitschaft, Daten, Material und Fotos zur Verfügung zu stellen:

Den folgenden Herren der „Arbeitsgruppe Aachener Sand“ danke ich für jegliche Hilfestellung bei den Kreidehölzern von dort: Reinhard GAJPL, Dorfstr. 63, D- 52477 Alsdorf; Helmut KNOLL, Ofder Gracht 24, D- 52477 Alsdorf; Heinz MADERITSCH, Unterer Donnerberg 2, D-52222 Stolberg/ Rhld.; Paul SIMONS, Limburger Weg 4, B-4700 Eupen/Belgien

Renate und Michael BACHNER, Husarengasse 9, D-91438 Bad Windsheim, bei den Keuperhölzern der Umgebung von Windsheim;

- Dipl.-Biol. Georg Veit BRAUN, Weiße-Lilien-Str.6, D-93047 Regensburg, bei den Mooreichen von Biblis bei Lauingen a.D.;
- Dr. Jürgen FICHTER, Naturkundemuseum im Ottoneum, Steinweg 2, D-34117 Kassel, für Literaturhinweise;
- Dr. Jane FRANCIS, Lecturer in Earth Sciences (University of Leeds, Great Britain) beim fossilen Wald von Lulworth aus dem Purbeck von England;
- Prof. em. Helmut GOTTWALD, Am Salteich 3, D-21465 Reinbek, bei bayerischen Kieselholz-Floren und Umlagerungsproblemen;
- Frau Edeltraut und Herr Adolf HEPFER, Fichtenstr. 6, D-89081 Ulm-Jungingen, für die Einführung in den Pseudowald von Laerru auf Sardinien;
- Herr Matthias HEPFER, Milanweg 12, D-89564 Nattheim bei den Pinnacles von Australien;
- Prof. Dr. Richard HÖFLING, Institut f. Paläontologie, Loewenichstr. 28, 91054 Erlangen, für Literatur und Daten zum fossilen Wald von Sardinien und Griechenland;
- Herr Josef HOFFMANN (†), Zeppelinstr. 9, D-89547 Gerstetten, beim Fund eines Treibholzes aus dem Weißjura von Schwäbisch Gmünd;
- Mag. Peter C. HUBER und Christine HUBER-PACHLER, Fossilien und Mineralien, Wallensteinstr. 25/17, A-1200 Wien, bei den Hölzern von Ungarn und Ägypten, aber auch bei seltenen Mineralisierungen u.v.m.;
- Dr. Dimitar IVANOV, Institute of Botany, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev Str. 23, BG-1113 Sofia, Bulgaria, beim "Versteinerten Wald" Kameni Plobitite;
- Dr. Maria KNIPPING, Institut f. Botanik (210), Garbenstr. 30, D-70593 Stuttgart, bei Information über den Torfwald von Reichwalde;
- Dipl.-Ing Ulrich LIEVEN, Pestalozzistr. 8, D-50 181 Bedburg, für stetige Hilfe in der Niederrheinischen Braunkohle und Überlassung interessanter Hölzer von dort;
- Renate und Alex LOHER, Weidenstr. 1, D-86947 Schwabhausen, für die Leihgabe des Palmenstammes mit Wurzelwerk von Rauscheröd an das NMA (ex Coll. Alois Loher, †);
- Kollegen Dr. Edoardo MARTINETTO, Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Della Terra, Via Accademia delle Scienze 5, I-10123 Torino, für die Einführung in den fossilen Wald von Dunarobba und Stura di Lanzo;
- Kollegen Dr. Christoph MAYR (Inst. Chemie u. Dynamik Geosphäre, Forsch.-zentr. Jülich, ICG V: Sedimentäre Systeme) für wissenschaftliche Diskussionen, Tips, Isotopenuntersuchungen am sardischen fossilen Wald u.a.;
- MICK, Rudolf, Hudlerstr. 2, D-89250 Senden/Wullenstetten bei dem Kieselholz mit Spechtloch und Insektengang von Ulm und den fossilen Baumfarnen von ebenda;
- Herr Heinz NEUMANN, Berlinerstr. 56, D-86633 Neuburg/Do. beim Kreidehölzern aus dem Kreide-Sandstein von Neuburg;
- Urs OBERLI, Präparator und Museumsberater in der Schweiz (Waldgutstr. 21, CH-9010 St. Gallen) für die Fotos und Notizen über die fossilen Wälder von Goldau und Krummenau (Schweiz);
- Rene OUDHUIS der Fa. Arche Gallery, Poederstraat 36, B-2370 Arendonk – Belgium für optisch hervorragendes und wissenschaftlich noch nicht untersuchtes Holz-Material aus Java;
- Dipl.-Ing. Andreas RICHTER, Ifenstr. 8 ½, D-86163 Augsburg, für Fotos, Tipps und Literatur;
- Dr. Ronny RÖSSLER (Naturkundemuseum, König-Albert-Bau, Theaterplatz 1, D-09111 Chemnitz) beim fossilen Wald aus dem Rotliegenden von Chemnitz;
- Prof. em. Dr. Günther ROSSMANN, Paläobotanisches Institut der Universität Bayreuth (D-95440 Bayreuth), beim fossilen Wald aus dem Keuper von Bayreuth;
- Dr. Michael RUMMEL, dem Leiter des Naturmuseums Augsburg (Im Thäle 3, D-86152 Augsburg) für die Bereitschaft, alle Proben und Handstücke zum Thema in die Sammlung aufzunehmen und zu bewahren;
- Frau Gudrun SEIDL, Sandstr. 19, D-21502 Geesthacht, für das Coverbild sowie Daten und Material zu amerikanischen Fundstellen;

Herr Herbert SCHMIDT, Glauberstr. 28, D-97318 Kitzingen, mit seiner hervorragenden Fossil-Holzsammlung aus aller Welt, für interessantes Material;
 Dr. Hans-Peter STIKA, Institut für Botanik (210) der Univ. Hohenheim, Garbenstr. 30, D-70593 Stuttgart, für Informationen zum fossilen Wald von Reichwalde;
 Dr. Ursula STRIEGLER, Naturkundemuseum Cottbus, beim Stubben von Klettwitz;
 Prof. emer. Dr. Ulf THEWALT, Fünf-Bäume-Weg 69, D-89081 Ulm, für mineralogische Untersuchungen an fossilen Hölzern;
 ORD Dr. Heinz J. UNGER (Nußbaumstr. 13, D-85435 Erding) beim fossilen Wald von Myanmar;
 Herrn E. WIED, Bullbug 9, D-86633 Neuburg für fossile Hölzer aus seiner Region.
 Kollegen Dr. Heinz J. WINTERSCHEID (Rheinaustr. 9, D-51149 Köln) für Diskussionen zum Thema fossiles Holz und fossile Floren im Siebengebirge.
 Zuletzt soll noch eine Sammlung erwähnt werden, die speziell Kieselhölzer aus allen genannten Gebieten aufweist, sehr viele mit Dünnschliffen und systematisch bestimmt (alle Bearbeitungen SELMEIER und besonders GOTTWALD), viele Privatsammlungen in sich vereint (HOLLEIS, WIED, GAIPL, usw.) und als Grundlage für die vorliegenden Studien verwendet wurde - das Naturmuseum in Augsburg (Im Thäle 3, D-86152 Augsburg, im Folgenden auch kurz NMA genannt).

E-mail-Adressen:

FICHTER: jfichter@t-online.de
 FRANCIS: jane@earth.leeds.ac.uk
 GAIPL: Reinhard@Gaipl.net
 HEPFER: M.Hepfer@web.de
 HÖFLING: richie@pal.uni-erlangen.de
 HUBER: Peter.c.huber@aon.at
 IVANOV: dimitar@bio.bas.bg; dimitar@gbg.bg
 KNIPPING: knipping@uni-hohenheim.de
 LIEVEN: uli.lieven@web.de
 MARTINETTO: edoardo.marti-netto@unito.it
 MAYR: c.mayr@fz-juelich.de
 OBERLI: Oberliurs@gmx.de
 OUDHUIS: info@archegallery.nl
 RICHTER: a.e.r.fossilien@t-online.de
 RÖSSLER: naturkundemuseum@stadt-chemnitz.de
 RUMMEL: Naturmuseum.stadt@augzburg.de
 SEIDL: gudrun.seidl@t-online.de
 STIKA: stika@uni-hohenheim.de
 WINTERSCHEID: Heinz.winterscheid@rvk.de

2. Definitionen heutiger Gegebenheiten

2.1 Der Wald

Der **Wald** bezeichnet ein größeres Areal der Landoberfläche, das von einem geschlossenen Bestand einer Lebensgemeinschaft von Holzpflanzen, besonders Bäumen, aber auch Sträuchern und Büschen bestanden ist (PEISL 1994: 6). Der Abstand dieser Bäume ist meist kleiner als die Höhe der Bäume beträgt. Die einzeln stehenden Bäume werden durch Unterwuchs bis zum Boden sowie durch Lianen im tropischen Urwald miteinander verbunden und stehen in Wechselwirkung. Je wärmer das Klima, desto mehr Stockwerke werden im Wald angelegt. So haben wir in den Tropen 3-4 Stockwerke, in unseren Breitengraden meist nur ein Stockwerk oder gerade noch ein Strauchstockwerk.

Man unterscheidet den natürlichen **Urwald** (Primärwald), den **Sekundärwald** nach Rodung, und den vom Menschen angelegten **Wirtschaftswald** oder Forst (mit Nieder- und Hochwald).

Der Wald hat gegenüber der offenen Umgebung ein spezielles ökologisch-klimatologisches Gefüge (gleichmäßigere Temperaturen, höhere relative Luftfeuchtigkeit, geringere Lichtintensität und schwächere Luftbewegung).

Der Wald hat außerdem eine sehr hohe Transpirationsrate und eine wichtige Funktion als Hochwasserschutz (schnelle Wasseraufnahme bei Auwäldern). Gerade letzterer wird oft vernachlässigt, was die häufigen Überschwemmungen am Rhein, an der Oder etc. zeigen.

Wir unterscheiden u.a. den **Pionierwald** nach Katastrophen oder Brache, den **Auwald** im Niederungsbereich, den trockenen **mesophytischen** Wald außerhalb des Grundwasser-Bereiches, den **Hangwald** und den **Bergwald** nahe oder auf Gebirgen, den **Galerieswald** entlang von Flüssen in den Tropen, den **Mangrovwald** entlang von tropischen Meeresufern, den **Monsumwald** der Roßbreiten, den tropischen **Regenwald**, den subtropischen **Lorbeer- und Hartlaubwald** des Mittelmeergebietes, den sommergrünen **Laubwald** Mitteleuropas und den **borealen Nadelwald** der Alpen und der nördlichen Gebiete.

Es gibt noch eine ganze Reihe spezieller Wälder, die hier aber keine Rolle spielen, wie z.B. der Iguapa in Südamerika, ein Überflutungswald.

Wenn der Wald schwindet, verändert sich das Mikroklima, die Fauna und langfristig kommt es zu unwiderruflichen Zerstörungen großer Gebiete. Anschließend können Aufforstungen oder Plantagen aller Art entstehen.

Obwohl Palmen oder Bambus kein „Holz“ im strengen Sinne besitzen, ebenso wenig die karbonischen Schachtelhalme usw., spricht man durchaus landläufig von einem **Palmenwald**, von einem **Sigillarienwald** oder einem **Farnwald**. Eine Mischung liegt z.B. vor beim Begriff **Cyathea-Bergregenwald** in Costa Rica, da hier ein aus Holzpflanzen bestehender Tropenwald Baumfarne mit eingeschaltet hat.

2.2 Das Holz

Das Holz ist definiert als Stützgewebe eines Baumes mit innerem Kernholz mit Leitbündeln, einer Kambiumzone als immerwachsende Zellschicht für das Dickenwachstum und einer äußeren Rinde.

Da Palmen kein Kambium haben und kein Dickenwachstum am Stamm erkennbar ist, haben Palmen demnach auch kein echtes Holz und der Stamm muss in ursprünglicher Dicke bereits angelegt werden. Dies gilt für alle weiteren einkeimblättrigen (monokotylen) Pflanzen der Bedecktsamer also Yuccas, Bambus, Pandanus und auch für die primitiven Baumfarne etc.

Holz ist ein Begriff (vgl. dazu GROSSER 1977 und SCHWEINGRUBER 1990), der nur für die Nacktsamer (Gymnospermae) und Bedecktsamer (Angiospermae) gilt, also für Nadelgehölze und Laubgehölze. Diese haben, wie gesagt, ein **Kambium** (spezielles Gewebe zur Bildung neuer Zellen) im Stamm und damit ein sekundäres Dickenwachstum. Von den Bedecktsamern haben die Einkeimblättrigen (Monocotyledoneae), kein Holz, da sie kein Kambium aufweisen – andererseits hat es sich eingebürgert, auch hier der Einfachheit halber von „Holz“ zu sprechen, speziell bei den Palmhölzern (*Palmoxylon*, vgl. KAUL 1960, STENZEL 1904)

Das echte Holz besteht aus dem **Kern**, dem **Splintholz** und der **Rinde**. Als Festigungselemente finden wir Tracheen, Tracheiden und Sklerenchym (vgl. Näheres in KABIR 1935). Die Leitbündel haben verschließbare Zellen, die Tüpfel und durch verschiedene Mechanismen werden Saftdruck und -bewegung von den Wurzeln bis in die feinsten Zweige gewährleistet. Dies entspricht in etwa unserem Blutkreislauf.

Wir unterscheiden heute normale Nutzhölzer, z.B. die Fichte, von den Edelhölzern, z.B. dem Mahagoni. Heute werden bei uns mehr Nutz- und Laubwälder angelegt (Pappeln entlang des Po-Flusses, Fichten in Deutschland), in tropischen Gebieten Plantagen mit Edelhölzern, z.B. Teak.

Es war bisher nicht möglich, Verkieselungserscheinungen unter rezenten Bedingungen zu studieren – hier muss es sich also um einen diagenetisch langsam sich vollziehenden Prozess handeln. Eine Einführung in die Paläoxylotomie wurde von GREGUSS 1968 vorgenommen und über die Erhaltungsfähigkeit des Holzes tertiärer Gewächse hat MÜLLER-STOLL 1946 referiert. Rezente xylotomische Untersuchungen stammen z.B. von GREGUSS 1955 und 1959. Daß Holz mehr ist als „Holz“, zeigt eine Bemerkung in SPRING & GLAS (2005:17) über den chinesischen Philosophen Tsou Yen (um 300 v.Chr.), der unter den fünf Elementen Feuer, Erde, Metall, Wasser – und – Holz verstand. In diesem Band wird auch die Schönheit fossilen Holzes durch hervorragende Farbfotografien dargestellt.

2.3 Die Fossilisation

„Versteinerte Hölzer haben ganz unterschiedliche mineralisierte Erhaltungszustände und fossile Wälder sind meist keine Wälder – beide Phänomene sollen hier näher untersucht werden (vgl. Überblick in „Versteinertes Holz“ (extraLapis 1994).

Bei Studien diverser Mineralisierungen in Fossilien (vgl. z.B. auch GREGOR & THEWALT 2001 und THEWALT & DÖRFNER 2001) wurde den „versteinerten Hölzern“ ganz besonderes Augenmerk geschenkt, denn hier sind eine Menge von Besonderheiten zu erwähnen. „Versteint“ heißt ja nicht nur verkieselt, sondern kann eine ganze Reihe von diversen Mineralisierungen bedeuten: so die echte einfache Verkieselung meist mit amorpher Masse von Kieselsäure; die bunte Verkieselung bzw. Umwandlung zu Achat wie bei den meisten Hölzern aus USA und von Lesbos und Lemnos; die Umwandlung zu Opal (z.B. bei Stücken aus Ankara in der Türkei) oder zu Phospat (z.B. im Leipziger Braunkohlen-Revier oder in Österreich). Die Karbonatisierung ist selten (Tuffbildung), wogegen die Barytisierung bei den Hölzern aus den „Steinhardter Erbsen“ obligatorisch erscheint (Mainzer Becken, vgl. Taf. 19, Fig. 7). Auch Verkupferung ist sehr selten, ebenso die Imprägnierung mit Salz, aber auch wie die Erhaltung in Bleiglanz und Fluorit (Franken, Chemnitz), wogegen die in Limonit (aus der Molasse) oder Markasit (in der Kohle von Berg/Donauwörth oder Wackersdorf/Opf.) durchaus als gängig bezeichnet werden kann. Eine spezielle Arbeit zum Thema Minerale in Fossilien haben GREGOR & THEWALT 2001 vorgelegt.

Einen besonderen Fall bilden die „casts“, also reine Abdrücke von Bäumen in Lavakrusten. Sie sind z.T. völlig hohle Röhren oder mit Achat und Chalcedon gefüllte Hohlräume in Laven, wie es RANSOM (1955: 67) von Bend in Oregon darstellt.

Wie schnell heute ein Wald „fossil“ werden kann, zeigen Bilder vom versunkenen Wald in der Warapula-Lagune auf Neu-Guinea, eine Folge des Erdbebens vom 15./16. Dez. 1907: die Stämme stehen im Wasser, abgestorben, aber z.T. noch mit Ästen daran (vgl. GAGEL 1919, Taf. 6). Man kann sich vorstellen, wie durch Absenkung des Wurzelbodens die lignitische Erhaltung des Holzes begünstigt wird – unter Wasserbedeckung natürlich.

Ähnlich schnell geht es bei Lavaergüssen, wie KREJCI-GRAF (1936: 385, Abb. 5) ausführt – allerdings oft in Hohlraum-Erhaltung. Schrumpfrisse in Holz mit Lava gefüllt, ein Lava-Mantel um einen Baumstamm herum und ein Nachguss eines Baumfarn-Stammes aus Basalt sind Besonderheiten aus „vulkanischen Sedimenten“, wie derselbe Autor erstaunlicherweise ausführt (ibid. 387, Abb. 6-8) – Erhaltungsbedingungen also, die nicht als normal gelten können.

Im Laufe der Erdgeschichte sind die Hölzer je nach Umfeld unterschiedlich konserviert worden. Eine neuere Zusammenfassung über diesen Vorgang findet sich im extraLapis 7 (z.B. Artikel LANDMESSER 1994 und STEIN 1982). Über „Verkieselungstypen“ bei fränkischen Hölzern ist bei RUMPEL (1979) nachzulesen – er unterscheidet verschiedene Vorgänge, je nach Alter, Schicht und Diagenese. Einige Beispiele mögen das eben gesagte erläutern:

Die Hölzer von Lesbos sind vielfarbig und von opalartiger Erhaltung (vgl. DERNBACH, 1996) bzw. mit Chalzedoneinlagerung. Die Bestimmungsmöglichkeiten bei diesen Funden sind ideal und wurden von VELITZELOS in mehreren Publikationen dargestellt (vgl. VELITZELOS & ZOUROS 1988).

Kieselhölzer von Sardinien vom Lago Omodeo liegen in unterschiedlicher Erhaltung vor (vgl. GREGOR et al. 2000), nämlich als porös oder abgerollt massiv (Zuri) oder in elfenbeinfarbener Hülle mit braunem Kern und phantastischer Erhaltung der inneren Teile, oft durch Achat imprägniert (Olecca).

Zu bemerken sind vor allem die typisch mit blauem Achat ausgefüllten Schwundrisse vulkanisch beeinflusster Holzreste. Grüne Verfärbungen an Hölzern wurden von (HOCHLEITNER & MAYR 2004: 24, in ANONYMUS 2004) durch Mineralisationen von Chrommineralien (Woldronskoit bei Material von Araucaria aus dem Petrified Forest/USA) und Seladonit (komplexes Phosphat, nach der Verkieselung, Laubgewächs, Oregon/USA) erklärt.

Die seit neuestem auf den Markt kommenden Hölzer von Java zeigen phantastische Farbgebungen von schwarz über rot nach grün und braun und haben ebenfalls vulkanisch bedingte Schwundrisse im Holz aufzuweisen. In günstigen Fällen sind die Zwickel mit blauem nierig-traubigem Chalcedon ausgefüllt.

Die meisten Hölzer verkieseln im Laufe der Zeit, wobei mal eher lignitische dunkelbraune Komponenten übrigbleiben (Leipziger Oligozän mit schwarzen rauchquarzbesetzten Stämmen) oder hellbräunlicher bis fast weißlicher Ausbildung (z. T. kristallisiert, vgl. Molassehölzer von Derching, und Neuburg/Donau).

Auch Phosphatisierung kommt bei Hölzern vor (GOTTWALD 1992, HOFMANN 1944, 1952), speziell an Hölzern aus dem marinen Horizont der Leipziger Bucht. Aber auch andere Fossilien werden häufig umgewandelt, nicht nur Hölzer (vgl. SCHLÜTER & SCHWARZHANS 1978).

Über Phänomene der Verkieselung gibt es noch wenige Daten (vgl. BUURMANN 1972, LANDMESSER 1994). Für Sardinien sollen Untersuchungen durch Prof. THEWALT anlaufen (vgl. Vorläufig Näheres in GREGOR et. al. 2000). Verschiedene Mineralisierungen zeigen viele Hölzer, speziell in Opal, Chalcedon oder Achat (vgl. GREGOR & THEWALT 2001, BREZINOVA 1981).

Einen Eindruck von der Ästhetik der Versteinerung an sich gibt das neue Werk von DERNBACH & TIDWELL (2002). Vor allem HOCHLEITNER (1994: 4-9) und MAYR (1994: 10-15) haben sehr schöne Beispiele mineralisierter Hölzer zusammengestellt.

KRASIOLOV hat 1975 bei der ersten Verwesung von Pflanzen, also von fossilem Moder, von „Phytoteuma“ gesprochen – was hier beibehalten werden soll. Es handelt sich dann aber meist um rezente oder subrezente Bedingungen.

2.4 Zeitlicher Abriss fossiler Wälder

2.4.1 Paläophytikum

Die erdgeschichtlich alten Holzreste des Erdaltertums - die Steinkohlenlager des Karbon und Perm (350 - 250 Mill. Jahre vor unserer Zeit) liegen entweder als Kohle ohne jede Holzstruktur oder als Steinkern-Abdruck in den Zwischenmittellagen vor. Holzreste außerhalb der Kohlelager wurden in Stein umgewandelt, bzw. liegen ebenfalls als Steinkerne vor. Solche Ausfüllungen, sogar mit tektonischer Beanspruchung erwähnt z.B. RICHTER 1959. Aus der Steinkohle sind natürlich schon seit langen ganze Wurzelstubben (Stigmarien, vgl. Taf. 23, Fig. 2), Stämme und Waldbiotope, also fossile Wälder, bekannt geworden (Taf. 23, Fig. 2), bei

denen man aber nicht von Holzpflanzen und somit im ganz strengen Sinne nicht von Wald sprechen kann, aber natürlich von Farnwäldern usw.. Erst bei Gymno- und Angiospermen als Holzpflanzen spricht man eigentlich vom Wald. Natürlich ist das System stammtragender, nicht holziger Pflanzen auch zur Steinkohlenzeit schon existent gewesen (Abb. 1-3, 1-4, 2-2). Einen allgemeinen Überblick zur weltweiten Geschichte fossiler Pflanzen brachte HIRMER 1942, meist allerdings Blätter oder Früchte – nur selten Hölzer.

Im Perm sind vor allem die Versteinerungen von Chemnitz-Hilbersdorf bekannt geworden, wobei hier riesige Stammteile vorliegen (Abb. 2-1), die allerdings meist umgelagert sind (RÖSSLER 2001). Die Erhaltung der Kieselhölzer ist meist achatisch, es kommen aber auch andere Verkieselungserscheinungen vor. Über die Sammeltätigkeit diverser Privatleute in diesem Gebiet berichtete NÖTZOLD (1966) ausführlich.

Die vielen Reste aus dem Keuper von Bayreuth sind nach Präparation eindeutige Reste eines fossilen Waldes, der allerdings Umlagerungsphänomen zeigt. Die z.T. meterlangen Stämme sind partiell mineralisiert, aber sonst gut bestimmbar als Koniferen (vgl. Näheres bei Kap. 3.1.1.2)

Devonisch-karbonische „Wälder“ beschreibt RANSOM (1955: 76-79) und nennt auch in-situ-Funde. Deutlich in-situ-Verhältnisse sind an der Fundstelle Puertollano zu finden (Spanien, vgl. WAGNER 1989), wo *Calamites „trees“* und „tuff band with standing trees“ beschrieben werden (ibid. Fig. 2) und wo man nach eigener Anschauung ganze Stammbasen aus weissen Tuffiten herausholen kann – ein eindeutiger Beweis für einen fossilen „Stephanian forest swamp“ (vgl. Abb. 10). Es war allerdings eine *Sporangiostrobus* - *Bodeodendron*-Vergesellschaftung mit Farnen (*Pecopteris* usw.), also kein „Wald“ im eigentlichen Sinne, aber morphologisch gleichlaufend.

2.4.2 Mesophytikum

In der Trias – im Keuper – überwiegen die versteinerten Hölzer in mehr oder minder schöner Erhaltung, meist bräunlich-schwärzlich in der Farbe. Im Benker-Sandstein bei Tanzfleck/Freyung sind als Sonderform der fossilen Erhaltung von Holz, Stücke aus Bleiglanz gefunden worden (SCHUSTER 1924: 63).

Auf dem Universitätsgelände von Bayreuth hat ROSSMANN in den 90-er Jahren eine ganze Reihe schön erhaltener Baumstämme im Burgsandstein gefunden und ausgegraben, leider kein einziger aufrecht stehend.

Im Jura lassen sich mehrfach fossile Hölzer finden (vgl. MÜLLER-STOLL & SCHULZE-MOTEL 1988, 1989), z.B. auch als Treibholzlagen auf den Schichtflächen des Lias epsilon und zeta. Besondere Funde waren während des Baus des Main-Donau-Kanals möglich, und zwar im Bereich Sulzkirchen und Bachhausen. Der Erhaltungszustand der Hölzer ist perfekt, wenn sie in Markasit- bzw. in Dolomiterhaltung vorliegen. Vereinzelt sind sie auch als Gagat erhalten. Die letztere Erhaltung ist eigentlich für den Holzmadener Schiefer typisch und schwarze, z.T. recht große Stämme sind in Holzmaden und Dotternhausen durchaus häufig aufzufinden. Auch der Bewuchs mit Austern oder Seelilien ist ein typisches Merkmal solcher Gagat-Hölzer, die ausnahmslos als Koniferen interpretiert werden können (vgl. VOGELLEHNER 1982).

Im Lias Delta können in den Septarien Hölzer versteckt sein. Das Medium ist in diesem Fall wiederum Markasit, das die Holzstruktur meist besonders gut wieder gibt (vgl. GOTTWALD, 1986).

Eine ganze Zeitspanne im Mesophytikum decken die fossilen Hölzer im Museum Thalmässing ab – vom Keuper bis zum Dogger (HOFBECK 2005).

Hölzer der Kreidezeit sind vor allem aus dem Aachener Raum bekannt (vgl. GOTTWALD, 2000). Die Hölzer liegen meist verkieselt vor, wobei bläuliche Achatisierungen speziell an Löchern oder Rissen auftreten. Interessant sind hierbei die Bohrgänge von Bohrmuscheln, die darauf schließen lassen, dass das Holz vor der Fossilisation im Brackwasser oder Meerwasser

gelegen haben muss. Andererseits gibt es auch Gänge von Insekten, die zeigen, dass das Holz schon vor der Einbettung destruiert war (LINSTOW 1906).

Fusitisch erhaltene Kreidehölzer sind auch von HERENDEEN (1991) aus Amerika und Europa beschrieben worden.

Vor kurzem wurden kleine Holzsplitter in Kreideablagerungen bei Neuburg/Donau gefunden, die als Koniferen anzusprechen sind – hier sind weitere Untersuchungen im Gange. Es wäre möglich, dass einige der „tertiären“ Hölzer der Südlichen Frankenalb in Wirklichkeit solche aus der Kreide sind (vgl. Kap. Südl. Frankenalb, S. 15).

2.4.3 Känophytikum

Von der Anzahl der Fundstücke wie auch der Fundorte nimmt das Tertiär eine herausragende Rolle ein.

Im Leipziger Oligozän z.B. haben sich in der Braunkohle lignitische Stämme in dunkelbrauner Tönung erhalten, die an der Oberfläche teilweise mit Rauchquarkristallen überwachsen sind. Die Erhaltung in Form von Lignit oder auch in Steinerhaltung ist vom umgebenden Substrat abhängig. Hier liegt auch ein Sonderfall vor, da die Stämme nur partiell verkieselt sind, während die Holzstruktur deutliche Schwundrisse und Trockenrisse aufweist.

Die einheimischen, sprich bayerischen Kieselhölzer der Molasse sind strukturell mehr oder minder gut erhalten. Schöne farbliche Kontraste (z.B. kräftiges Rot) fehlen. Es überwiegen die Erdfarben - Brauntöne in allen Schattierungen -, wobei es auch dunkelblauschwarze Stücke gibt, die im Dünnschliff dann allerdings dunkelbraun erscheinen. Die helleren Hölzer sind oft porös erhalten, mit meist schlechter Erhaltung der Holzstruktur. Sie haben vereinzelt die seltsame Eigenschaft hörbar Wasser zu saugen und sich trotzdem fast trocken anzufühlen.

Beginnende Strukturierungen zu Achat sind möglich; ein entsprechendes Holzstück befindet sich in der Sammlung HOLLEIS; der Vorgang der Umwandlung beginnt scheinbar in den größeren Gefäßen.

Im Tertiär sind die Fundstellen auf die gesamte Molasse (Tertiäres Hügelland) verteilt, obwohl hier die Zufallsfunde überwiegen. In den miozänen Restschotterlagen nördlich der Donau besonders im Gebiet zwischen Ried/Neuburg/Donau - Eichstätt und Ingolstadt und südlich der Donau zwischen Neuburg/Donau und Pöttmes die Wahrscheinlichkeit eines Holzfundes höher (vgl. dazu GOTTWALD 2002).

Neben den Fundstücken der Molasse, die als Lesesteine vom Acker stammen, gibt es auch in den Talsedimenten (Schottern) des Tertiären Hügellandes die Möglichkeit fossiles Holz zu finden, so besonders im Donauschotter und im Kammel-/Mindeltal nördlich Burgau (die Fundstelle „Silbersee“ ist heute ein Freizeitpark).

Die Hölzer liegen nach Beobachtungen von Autor HOLLEIS im Grenzhorizont (Letten/Mergellagen) zwischen den quartären Schotterlagen und dem Liegenden Flinz (Tertiär). Diese Hölzer haben i.d.R. eine helle fast weiße Außenschicht und einen dunklen fast schwarzen Kern.

Aus dem ehemaligen Baggersee „Silbersee“ zwischen Burgau und Offingen (Kreis Günzburg) sind viele abgerollte Hölzer bekannt geworden, die alle zum tropisch/subtropischen Bereich gehören – obwohl sie in quartären Deckenschottern liegen. Man sieht hier mehr als deutlich die Umlagerungsphänomene, die zwar auch durch SELMEIER (1982) dargestellt, bei der Fundstelle Rauscheröd von ihm allerdings völlig negiert wurden. Pleistozäne Umlagerungen sind häufig und durch große Wassermengen leicht zu erklären (Palme in der Eiszeit, siehe KIRCHHEIMER 1980).

In Torfen haben wir öfters Stubbenhorizonte, die mit ihren Wurzeln direkt in situ stecken und eine Besiedlung eines ehemaligen Moores nach Trockenfallen belegt (z.B. am Stirone, aber auch in Österreich (Abb. 2-2). Pleistozäne Torfe zeigten armdicke umgelagerte Äste im Ottmaringer Tal beim Bau des Main-Donau-Kanals (Taf. 21, Fig. 3).

Im Tertiär wurden einige Familien monographisch bearbeitet, so die Platanen mit *Platanoxylon* (SÜSS & MÜLLER-STOLL (1977), die Palmen mit *Palmoxylon* (SAHNI 1964) oder die Gymnospermen von MÜLLER-STOLL & SCHULZE-MOTEL 1988, 1989).

Rezente Modelle für den Begriff „Fossiler Wald“ können am Meersstrand von Punta Banco nahe Golfito in Costa Rica studiert werden. Hier liegen abgerollte Stämme, Stubben und Äste im Tidenbereich – fast alle ohne Anzeichen von Bohrmuscheln (hier Taf. 27, Fig. 6-8 und GREGOR in Vorb.). Die bestimmbareren Hölzer können unmittelbar dem Waldtyp im Hinterland zugeordnet werden – gleichzeitig gekoppelt mit Drifterfrüchten und –samen. Hier handelt es sich um ideale taphonomische Verhältnisse zur Rekonstruktion vorzeitlicher Gegebenheiten, z.B. der von Rauscheröd (vgl. Kap. 3.1.1.2)

Einen seltenen Fall nennt RANSOM (1955: 71) aus den USA, aus Oregons Sweethome Forest. Bei diesem Wald findet man viele umgelagerte Stücke, aber auch Stubben (Eozän) aufrecht, aus Achat, und das ganze in einem etwa 200-jährigen Douglas-Fichten-Wald.

Wie in Kap. 3.2.12 ausgeführt, wechselt ein Waldsystem z.T. sein Habitat im Laufe der Zeit. Wir müssen also bei unserer Vorstellung von „fossilen Wäldern“ auch den Zeitfaktor einberechnen und uns im Klaren sein, dass sich ein Wald vielleicht nur wenige Jahrzehntausende oder Jahrtausende manifestiert hat – und dann abgelöst wird von einem anderen System eines „fossilen Waldes“ (vgl. RUNGE 2002).

2.5 Das Sammeln: „Pro und Kontra“

Es muss hier deutlich darauf hingewiesen werden, dass das Sammeln von fossilen Hölzern keineswegs immer „erlaubt“ ist und sogar arge Strafen nach sich ziehen kann. Dass im Naturschutzpark von Lesbos (Griechenland) striktes Sammlungsverbot besteht, haben Sammler bereits zu spüren bekommen. Auch Italien hat Gesetze, die Sammeln verbieten, ebenso Frankreich, z.T. Deutschland (je nach Bundesland, Bayern z.B. frei), Spanien, USA, vor allem die Türkei (Vorsicht!) und auch jetzt in Patagonien. In Libyen konnten wir ungehindert sammeln, haben aber am Zoll alles angegeben – kein Problem. Gleiches galt für Guatemala und Costa Rica, während Indien hier etwas schwieriger scheint – Näheres ist kaum zu erfahren. Anschauen, fotografieren, betasten – das geht, aber nicht mehr. Andererseits plädiere ich dafür, in bestimmten Gebieten fossile Hölzer zum Kauf anzubieten, um ein Souvenir erstehen zu können – das ist in einigen Gebieten der USA möglich – aber leider nicht immer durchführbar. Diese Arbeit hätte andererseits nicht ohne die privaten Sammlungen durchgeführt werden können – das zeigt also, dass Sammeln wichtig ist und die Wissenschaft fördert. Zwei Meinungen stehen hier gegenüber und wir sind in diesem Fall für einen Mittelweg, der vorzuschlagen wäre – sammeln evtl. mit offizieller Erlaubnis, aber nur wenig und nicht für den Verkauf – ein Wunschtraum?

Ein Modell haben wir vor Jahren im Naturmuseum in Augsburg probiert – zur Nachahmung empfohlen: die Sammler, die wir kennen, bekommen einen Pass mit Lichtbild, Adresse und Empfehlung. Beim Besuch einer Grube wird höflich angefragt, ob Sammeln möglich ist, man stellt sich vor, zeigt den Pass, ist plötzlich nicht mehr anonym und hat nach meiner Erfahrung bessere Chancen, auch zuvorkommend behandelt zu werden. Es wird ja damit dokumentiert, dass ein freier und ehrenamtlicher Mitarbeiter eines Museums auch für letzteres sammelt. Und das war eindeutig der Fall – wir haben profitiert von dieser Politik, ebenso der Sammler und der Grubenbesitzer.

Unser Tip fürs Ausland: unbedingt auf Gesetze achten, sich vorher erkundigen, ob gesammelt werden darf – und sich danach richten. Es stehen ja auch viele andere Dinge auf dem Index des Zolls: Schildkrötengitarren, Elfenbeinschmuck und andere Souvenirs wie Krokodiltaschen oder Schlangenhautschuhe – warum nicht auch Steine und Fossilien.

3. Fossile Hölzer und Wälder der Welt

Über fossile Wälder wurden schon verschiedentlich Überblicke gegeben, so in den *Publications du Comité des Travaux historiques et scientifiques – Mem Sect. Sci. 2, Paleobotanique*, Paris 1968, von DEVILLE 1991 und in neuerer Zeit von DERNBACH und seinen Mitarbeitern 1996, die aber auf keinerlei Probleme wie Umlagerung, Verwitterungsrinden oder stratigraphisches Alter usw. eingehen. Sie zitieren allerdings bekannte Tatsachen, die im Hinblick auf den Begriff „versteinerte Wälder“ fast unbekannt geblieben sind:

„Da die Hölzer nur äußerst selten in anstehenden Schichten liegen...“ (Denudationsreste usw., *ibid.* 16)- und - „von Natur aufrecht stehende Kieselhölzer... nirgends sicher bezeugt“ (zit. nach STROMER et al. 1933). Diese Bemerkungen sind nach Anschauung der Autoren GREGOR und VELITZELOS völlig richtig und werden uns bei den Definitionen noch beschäftigen.

Einen kurzen Überblick über die unglaublich häufigen Kieselholzreste der Welt findet man bei Autor SELMEIER in DERNBACH (1996: 12-20).

Den amerikanischen Wäldern widmet RANSOM (1955) eine sehr schöne Zusammenfassung.

Mehr monographischen Charakter haben Bearbeitungen von Hölzern bestimmter Pflanzenfamilien, wie der Leguminosen oder der Koniferen (vgl. MÜLLER-STOLL & MÄDEL 1967 und KRÄUSEL 1949).

3.1 Europa

Zusammenfassende Arbeiten finden sich selten und dann nur bestimmte Gruppen von Hölzern, z.B. Meliaceen (MÄDEL 1960, MÜLLER-STOLL & MÄDEL-ANGELIEWA 1984). SELMEIER hat in mehreren Publikationen Funde überblicksmäßig dargestellt (1986c), während UNGER (1842) einen Katalog der Braunkohlenhölzer vorlegte. Auch EDWARDS hat 1931 fossile Hölzer von Dicotylen publiziert.

Einen gewissen Überblick zum Mittelmeergebiet, speziell im nördlichen Bereich geben BIONDI et al. 1985, aus Bayern z.B. SELMEIER 2003b.

Österreich-ungarische und orientalische Funde werden bei STENZEL 1904 erwähnt.

3.1.1 Deutschland

Einige Arbeiten beschäftigen sich mit Hölzern aus West- und Ostdeutschland (SCHÖNFELD 1956, SCHÖNFELD, G. & E. 1932).

Einen sehr informativen Beitrag zu Mooreichen und anderen Gehölzen subfossiler Wälder leisteten HENNINGSEN & MÄCKEL (1969). Sie beschrieben alle Holztypen pleistozänen und holozänen Alters aus deutschen Flüssen wie Elbe, Weser, Rhein und Donau. Dass viele Stämme bis 1 m Durchmesser und einer Länge von mehreren Metern und einem Gewicht bis zu 16 Tonnen vermutlich nicht sehr weit transportiert wurden, wird daraus geschlossen, dass die Stämme durch Wasser vollgesogen kaum mehr geschwommen und somit untergegangen und eingeschottet worden sind. Andererseits können bei heftigen Hochwässern frisch gefallene Bäume sicher hunderte von km schwimmen, bis sie irgendwo „hängenbleiben“ (vgl. Abb. 5-1). Speziell über Geschiebe-Hölzer lese man z.B. bei WETZEL 1961 oder BAUTSCH et al 2005 nach (dort auch weiterführende Literatur).

3.1.1.1 Baden-Württemberg

Der Keuper aus der Umgebung von Bühlerzell-Bühlertann hat vor kurzem einen 12 m langen Stamm einer Konifere geliefert, der in idealer permineralisierter Erhaltung vorlag (Kieselsäure) und sehr gut von NIKEL (1995) untersucht und bearbeitet wurde. Der Stamm ist entastet, umgelagert und zerbrochen, kann aber als definitiver Rest eines Hinterland-Waldes gesehen werden, wie er zur Zeit des Schilfsandsteins existiert haben mag. Transportiert wurde der Stamm sicher durch Flüsse, evtl. schon im Deltabereich oder als Talfüllung (vgl. KELBER et al. 1997). Ein Einzelfund einer Gymnosperme aus der Gegend von Schwäbisch Gmünd wird in Kürze von GREGOR & HOFFMANN (2005) mitgeteilt werden. Es handelt sich um ein einzeln vorliegendes Treibholz im Weißen Jura.

Holzmaden

Hier sind natürlich vor allem die gagatisierten z.T. riesigen Stämme aus dem Lias von Holzmaden zu nennen, die eindeutig mit marinen Organismen bewachsen in marinen Ölschiefen liegen – Hinweis auf einen fossilen Wald fernab der Einbettung (vgl. VOGELEHNER 1982).

Randek

Eine ganz eigene Problematik hat die Fundstelle Randecker Maar aufzuweisen. In den Dysodilen liegen Pflanzenreste wie Blätter und Früchte vor, die einen fossilen Wald nahebei belegen (GREGOR 1986), während die beiden Hölzer (vgl. MÄDEL 1960) von dort eine andere Sprache sprechen. Die Hölzer sind tropisch geprägt – *Carapoxylon* und die durchaus subtropischen Lauraceen (SÜSS & MÄDEL 1958) und wohl z.T. aus dem nahen Eozän umgelagert – bei einem Maarausbruch wohl kein Problem. In der Sammlung des Naturmuseum Augsburg liegende Hölzer von ebendort lassen aufgrund der Bestimmung als Koniferen (in Bearb.) eher den Schluss auf miozäne Verhältnisse zu. Dies nur als Hinweis auf non-fluviatile Umlagerung (vgl. zu allem GREGOR 1997).

Rheingebiet

Nah des Rheins lieferten viele Kiesgruben wie die von Huttenheim, zusammen mit Zapfen und Früchten, pleistozäne Hölzer, lignitisch erhalten, aber alle umgelagert (vgl. z.B. GEISSELT et al. 1986).

Von Sigmaringen nennt KIRCHHEIMER (1980) einen verkieselten Palmenstammrest, eindeutig umgelagert in das Pleistozän der Umgebung.

3.1.1.2 Bayern

Selmeier hat in diversen Publikationen die bayerischen Vorkommen gewürdigt, leider immer ohne selbst geologische Untersuchungen vorgenommen zu haben (1958, 1959, 1968a, 1969, 1971, 1972, 1973a, 1975a,b, 1976, 1979, 1984a, 1986a,b, 1987, 1988, 1991, 1992a,b, 1993, 2003a,b).

Die bedeutendsten Fundbereiche fossiler Hölzer finden sich in Bayern im Passauer Gebiet, bei Rauscheröd und dann im Gebiet Neuburg/Donau, also alle im Bereich der Molasse. Viele Einzelfunde stammen aus diversen Kies- und Sandgruben verstreut in Bayerns Molasse.

SCHUSTER hat in diversen Abhandlungen immer wieder auf Kieselhölzer und anders fossilisierte Holzreste in allen Teilen Bayerns hingewiesen (1923-1929).

Einen ganz besonderen Fund publizierte REIS (1926) von Hausham, aus der oligozänen Brackwassermolasse mit der Muschel *Cyrena semistriata* im Zusammenhang. Die Oberfläche des 6 m langen Stammes ist durch die Pechkohle striemig geworden, das Innere des Körpers, der in der Kohle liegt, wird als der graue Sandstein angegeben, der auch im Hangenden zu finden ist – ein ungewöhnlicher Fund, der vermutlich geologisch äußerst schwierig zu interpretieren ist (allochthon? Fremdlage, Umlagerung?).

Sehr viel Material aus Bayern liegt im NMA Augsburg

Ost-Molasse - Taf. 16, Fig. 2, 4, 6, 9,

Folgende Pflanzen-Gattungen fanden sich in Rauscheröd (GOTTWALD 1997): *Bombacoxylon*, *Eudiospyroxylon*, *Euebenoxylon*, *Ericoxylon*, *Castanoxylon*, *Homalioxylon*, *Cinnamomoxylon*, *Laurinoxylon*, *Carapoxylon*, *Cedreloxylon*, *Myricaceoxylon* und *Grewioxylon*. Riesige *Palmoxylon*-Stubben mit Wurzelmantel sind trotz der Größe umgelagert aus dem Eozän (Taf. 20, Fig. 1). Zu letzteren ist eine umfassende Arbeit in Vorbereitung, die einen Rezentvergleich mit einem Kokospalmenstrand auf Costa Rica gestatten (GREGOR 2005 a, b und hier Taf. 27, Fig. 6-8).

Den Hauptteil der von SELMEIER (1983, 1989a) in verschiedenen Publikationen mitgeteilten Taxa (Lauraceae, „*Castanopsis*“, „*Sequoia*“, *Fagaroxylon*, *Diospyros*, *Robinia*, Fagaceae, Juglandaceae, *Cedreloxylon*, *Dacrydium*, *Dicrostachys*, *Celtis*, *Castanea*, *Quercoxylon*, *Moroxylon*, *Castanopsis*, *Bumelioxylon*) werden wir im Hinblick auf Molasse-Vorkommen kritisch würdigen (vgl. HOLLEIS & GREGOR, in Vorb.).

Eine fossile *Sequoia*-Verwandte aus Molasse-Sedimenten (SELMEIER 1973) ist nicht direkt als mit der Gattung *Sequoia* verwandt anzusehen, sondern eher mit der Gattung *Taxodium*. *Sequoia*-Zapfen oder Nadeln wurden bisher niemals in der Molasse gefunden. Auch im Hinblick auf die Gattung *Quasisequoia* sollte man die Kieselhölzer untersuchen, da diese z.B. im Oligozän von Häring vorkommen (BUTZMANN & GREGOR. 2002).

Vom Türkenbach bei Marktl am Inn stammt ein tropisches Rutaceenholz (SELMEIER 1975a), *Fagaroxylon bavaricum*.

Interessant im Hinblick auf Untersuchungen um Neuburg/Donau (s.u. bei W-Molasse und HOLLEIS & GREGOR 1986), ist auch das Vorkommen gemäßigter Formen wie *Taxodioxylon*, *Laurinoxylon*, *Pinuxylon* und cf. *Ericoxylon* in Ablagerungen der Oberen Meeresmolasse Süddeutschlands (Höch bei Passau), da hier eben keine tropischen Taxa vorliegen und die genannten eher einen miozänen Eindruck machen (BURGH & GREGOR 1983). Die Fundstelle Hängenbergl (GOTTWALD 2004: Abb.2) lieferte ein *Quercoxylon* cf. *praehelictoxyloides*.

Einen besonderen Fund stellt der aus der Älteren Serie (Unter-Miozän) von Deggendorf dar – ein kleines Stück mit dicken Leitbündeln, ein Palmoxylon-Rest. Er ist allerdings eindeutig umgelagert und abgerollt (vgl. GREGOR & HABERDA 1993).

West-Molasse - Taf. 13, Fig. 2, Taf. 19, Fig. 8

In fast allen Fundstellen der westlichen Molasse, speziell der Oberen Süßwassermolasse, finden sich völlig destruierte, umkristallisierte und kleindimensionierte Hölzer, Stammreste und Splitter (vgl. z.B. GREGOR 1984, Fig.178, 179). Sie sind oftmals in Kristallrasen-Erhaltung vorliegend und gestatten meist nicht mal eine generische Zuordnung (GREGOR 1984). GOTTWALD (2004, Abb. 2) nennt vier Fundorte in der Molasse: Derching, Dinkelscherben, Ichenhausen und Silbersee mit verkieselten Resten folgender Arten:

Castanoxylon zonatum, *Cedreloxylon cristalliferum*, *Celtixylon* sp., *Fagaroxylon bavaricum*, *Juniperoxylon* sp., *Laurinoxylon* sp., *Pistacioxylon* sp.

Die vielen abgerollten Kieselhölzer vom Silbersee bei Günzburg sind eindeutig in pleistozänen Kiesen vorkommend – also umgelagert aus dem unterlagernden Tertiär.

Vom benachbarten Eggingen, aus Grimmelfinger Graupensanden, stammen völlig umstrukturierte (aufgelöste und wieder mineralisierte) Palmreste (*Palmoxylon baccillare*, vgl. Taf. 25, Fig. 2), die von Kollegen BLOOS (Staatl. Mus. Naturkd. Stuttgart) zur Bearbeitung zur Verfügung gestellt wurden (vgl. GREGOR & LUTZ 1984: 58-61, Fig. 166-173).

Manchmal kommen auch limonitisierte Holzreste vor, so in München (GREGOR 1985).

Oberpfälzer Naab-Molasse - Taf. 13, Fig. 1, Taf. 16, Fig. 5, 7, 8, Taf. 19, Fig. 4

In den Braunkohlen der Oberpfalz wurden nur wenige Hölzer näher untersucht, aber fast alle Taxa sind als autochthon anzusprechen, d.h. sie gehören in die Braunkohlen-Schicht des unteren Miozäns (vgl. GREGOR 1981). Es wurden im Sand von Hofenstetten sogar aufrecht stehende Stämme gefunden, die im liegenden Ton wurzelten. Ein Stamm wurde geborgen und zeigt schön die Brettwurzeln am ca. 6 m langen Stamm (GREGOR & JUNG 1977).

Im Tagebau Hofenstetten wurde ein echter Rest eines Fossilen Waldes im Oberflöz gefunden. Der Stamm vom Tagebau Oder-West der BBI stand aufrecht mit seinen Wurzeln in einem Paläosol, einem ehemaligen Ton-Boden (vgl. hier Taf. 26, Fig. 3 und GREGOR 1981: 11). Im Liegendton des Unterflözes ließen sich Reste derselben Art wie die des erwähnten Stammes, von *Glyptostroboxylon gypsaceum* finden. Gleiches galt für Stubbenreste und Stämme aus Brückelholz und hypauthochtone Stubbenreste im Tagebau Oder (ibid. S. 9).

In der Tongrube Ponholz (vgl. GREGOR 1980) liegen viele Meter lange Stämme in der Braunkohle horizontal, es wurden aber bisher niemals eindeutig identifizierbare Stubben gefunden. Von Brückelholz publizierte JUNG 1974 einen „begrabenen Wald“.

Burglengenfeld wird in GOTTWALD (2004: Abb.2) erwähnt als Fundort eines *Glyptostroboxylon tenerum*, eines Holzes der chinesischen Sumpfkiefer.

Schichtstufenland Nordbayern (Taf. 38, 39)

Das sog. Schichtstufenland ist keine einheitliche Landschaft, sondern lässt sich in diverse Zeitalter unterteilen: Perm ab dem Rotliegenden, gesamte Trias und Jura und schließlich die Kreide, z.T. mit tertiären Restflächen und Spaltenfüllungen (ERLÄUTERUNGEN zur Geol. Kt. Von Bayern 1964: 55).

In Franken haben wir eine Unmenge von fossilen Hölzern, die von einheimischen Sammlern gesucht werden, darunter viele Gymnospermen wie *Podocarpoxylon triassicum* (vgl. SELMEIER & VOGELLEHNER 1968) oder *Dadoxylon* (VOGELLEHNER 1966, 1968) aus der Trias. Eine Zusammenfassung der Funde findet sich in GREGOR & HOLLEIS (2004). Das Alter ist meist als triassisch anzugeben (Schilfsandstein, Keuper, usw., RUMPEL 1979).

Prof. ROSSMANN war so freundlich, uns Daten vom „fossilen Wald“ von Bayreuth zur Verfügung zu stellen (Keuper). Das im folgenden besprochene Material wurde von ihm als Stiftung ausgewiesen und zur Ausstellung in Bayreuth freigegeben. Eine eingehende Bearbeitung des Fundortes und seiner Xyloflora ist von Herrn ROSSMANN in Vorbereitung.

Ab 1990 kamen beim Neubau des Botanischen Gartens und der Universität Bayreuth tonnenweise fossile Holz- und Stammreste zum Vorschein. Die als Koniferen anzusprechenden Brocken stammen aus ziegelroten Sedimenten des Keupers (mit doppeltem Wurzelhorizont) und wurden zusammen mit Chalcedon- und Karneol-Mineralien gefunden, erstere nicht vulkanischen Ursprungs. Die Erhaltung war sehr unterschiedlich – einige Stämme waren blau verkieselt, einige weiß. Zuwachsringe waren sichtbar, ebenso konnten Hohlräume im Stamm als spezielle Leitungsbahnen für Wasser interpretiert werden. Echte in-situ-Bedingungen wurden in keinem Falle beobachtet. In der Nähe von Coburg waren früher aus Burgsandstein stammende Stammreste tonnenweise verfügbar. Nach pers. Mitt. Prof. ROSSMANN hatte nur ein Stamm anhängende Wurzeln, stand aber nicht aufrecht, sondern war schon verdriftet worden (vgl. dazu Taf. 38, 39).

Aus der Umgebung von Bad Windsheim, die durch den Keuper in der Ausbildung von Schilfsandstein, Coburger Sandstein und Blasensandstein gekennzeichnet ist, hat Fam. BACHNER eine Unmenge Kieselhölzer zusammengetragen. Niemals wurden indessen größere Stämme als ca. 1m lange und keine in situ-Reste gefunden. Von Hohnhausen stammt der große Rest eines in Baryt umgewandelten Stammes. Die Keuperhölzer liegen normalerweise in Quarzerhaltung vor, sind also verkieselt, seltener mit Imprägnationen wie Uran oder Blei.

Aus dem Geschiebe von Berolzheim sind grüne Holzsplitter zu vermelden, also glazial umgelagerte Reste.

Im neuesten Band des Bayer. Geol. LA, in der Ausgabe GeoBavarica (2004: 35) werden aus dem Keuper ebenfalls Hölzer gezeigt, aber nur kleinere Splitter, keine Hinweise auf Waldverhältnisse.

Xenoxylon-Funde stammen u.a. aus dem Lias von Staffelstein in Oberfranken (GOTTWALD & HOLLEIS 1986) und von Ansbach aus dem Schilfsandstein (SELMEIER 1968b).

Mehrere schön erhaltene gagatisierte Hölzer sind aus dem Gebiet des Rhein-Main-Donaukanals bei Neumarkt/Oberpfalz bekannt (in Bearb. HOLLEIS & GREGOR) – wohl alles Treibholzer aus den liassischen Ablagerungen der Gegend.

Von vielen Fundstellen aus dem Landkreis Roth liegen eine Menge fossiler Hölzer, meist paläo- und mesophytischen Alters vor, die alle umgelagert erscheinen (HOFBECK 2005).

Südliche Frankenalb - Taf. 12, Fig. 3

Schon seit SCHUSTERs Zeiten (1928: 96) sind Kieselhölzer aus glimmerreichen Sanden von der Frankenalb bekannt geworden und wurden z.T. völlig falsch bestimmt (wahrscheinlich Eichenstämme!).

Die neuen Untersuchungen von GOTTWALD (2002 und 2004, im Druck) zu Kieselhölzern der Südlichen Frankenalb stützen vor allem die Umlagerungsproblematik, die seit der Bearbeitung der Rauscheröder Hölzer voll erkannt ist. Leider hat SELMEIER (z.B. 1970, 1973a, 1985, 1986d, 1987, 1989b, 1995) dies in seinen Publikationen und Vorträgen immer verleugnet, was zu schwerwiegenden Fehleinschätzungen des Klimas und der Ökologie von

Molasseablagerungen führte. Nur zweimal hat SELMEIER den Begriff „sekundäre Lagerstätte“ verwendet, einmal bei Seibersdorf (SELMEIER 1987) und dann bei den Funden aus dem Delsberger Becken (Schweiz, SELMEIER 1982). In neuerer Zeit ist bei ihm sogar mehrfach der Begriff „umgelagert“ gefallen, vor allem bei Fundstellen wie dem österreichischen Hagenau (SELMEIER 2003b)

Nach SELMEIER haben wir um Neuburg/Donau: *Bumelioxylon holleisii*, *Castanoxylon zonatum*, *Caryojuglandoxylon schenkii*, *Crataegoxylon cristalliferum*, *Celtixylon cristalliferum*, *Dichrostachyoxylon* sp., *Ebenoxylon bavaricum*, *Eucaryoxylon cristalliferum*, *Ingoxylon bavaricum*, *Laurinoxylon seemannianum*, *Liquidambaroxylon* sp., *Palaeo-Robinoxylon zirkelii*, *Pistacioxylon holleisii*, *Platanoxylon* sp., *Prunium* sp., (*Shoreoxylon holleisii* SELMEIER 2000 ist nach freundl. mündl. Mitt. Prof. GOTTWALD eine Fehlbestimmung, also keine tropische Dipterocarpacee).

Von Neuburg/Donau liegen nun gesicherte Arten folgender Taxa vor (GOTTWALD 2004):

Bumelioxylon cf. *holleisii* SELMEIER, *Caryojuglandoxylon schenkii* (FELIX) MÜLLER-STOLL & MÄDEL, *Caryojuglandoxylon* sp., *Castanoxylon zonatum* SELMEIER, *Cedreloxylon cristalliferum* SELMEIER, *Celtixylon* sp., *Cinnamomoxylon franconium* GOTTWALD, *Crataegoxylon cristalliferum* SELMEIER, *Dichrostachyoxylon acaciaeforme* MÜLLER-STOLL & MÄDEL, *Dichrostachyoxylon* cf. *royaderum* PRIVÉ, *Dichrostachyoxylon royaderum* PRIVÉ-GILL, *Dichrostachyoxylon zirkelii* (FELIX) MÜLLER-STOLL & MÄDEL, *Elaeagnoxylon gregori* GOTTWALD, *Eucaryoxylon macrocristallum* GOTTWALD, *Fagaroxylon bavaricum* SELMEIER, *Glyptostroboxylon tenerum* CONWENTZ, *Grewioxylon auctumnalis* GOTTWALD, *Grewioxylon microporosum* GOTTWALD, *Iceacinoxylon cantleyoides* GOTTWALD, *Iceacinoxylon crassiradiatum* GOTTWALD, *Juniperoxylon* sp., *Laurinoxylon litseoides* SÜSS, *Laurinoxylon* sp., *Palmoxylon* sp. – Form „P.P.“ (Palmae-Phoeniceae), *Palmoxylon* sp. – Form „R“, *Periplocoxylon praegraeca* GOTTWALD, *Pistacioxylon holleisii* SELMEIER, *Pistacioxylon praeterebinthus* GOTTWALD, *Pistacioxylon* sp., *Platanoxylon* sp., *Podocarboxylon* sp., *Quercodoxylon cerrisoides* GOTTWALD, *Quercodoxylon* cf. *praeheletoxyloides* PETRESCU, *Ulmoxylon* sp..

Gerade GOTTWALD weist auf die Mischung diverser Klimabereiche bei den untersuchten Hölzern hin – was in dieser Weise auf natürlichem Standort nicht vorkommen kann – aber andererseits sehr schön auf eine Umlagerung hindeutet. Wir haben nach diesem Autor tropische bis subtropische Bedingungen, bei letzteren auch noch mehr gemäßigte, also ein Af- Klima, eine warme Cfa und ein kühleres Cfa sensu KÖPPEN (vgl. in BLÜTHGEN 1966 und SCHMITHÜSEN 1968). Es wäre auch möglich, dass sich stratigraphisch verschiedene Hölzer hier wiederfinden, z.B. das *Podocarboxylon* aus der Kreide, da wir in den Kieselweißgruben von Neuburg a.d. Donau Gymnospermen vorliegen haben (eine primitive Cupressacee z.B.) und auch eindeutige *Glyptostroboxylon tenerum* (freundl. Bestimmung Prof. GOTTWALD).

In diesem Sinne ist vielleicht interessant, dass gerade aus dem Stamp (Eozän) des Pariser Beckens Reste von tropischen Icacinaceen bekannt geworden sind (KOENIGUER & OBERT 1984) und mit anderen Fundstellen verglichen wurden.

Von der Neuburg/Donau nahen Ziegeleigrube Ried, in der Lößlehm abgebaut wird, wurden im hornsteinführenden Glazialschutt auch Reste kleiner Kieselhölzer gefunden, umgelagert also aus dem nahen Tertiär, vielleicht sogar aus der Kreide.

Eindeutig aus dem Kreidesandstein stammt ein kleiner Holzsplitter einer Gymnosperme (cf. *Araucaria*) von Neuburg (GREGOR & NEUMANN 2005, in Vorb.)

Frankenwald - Taf. 19, Fig. 5, 6

Hier fanden sich im Rhätolias von Kulmbach völlig vererzte (Pyrit, Markasit, Limonit) große Baumstämme in Sanden, die aber alle waagrecht lagen, also als Driftstämme anzusehen waren (GREGOR 1998).

Rhön

In der Rhön gibt es eine ganze Reihe von Tertiärablagerungen, die aber nur in einem Falle riesige Stammreste, z.T. lignitisiert, zum andern Teil verkieselt, geliefert haben – (KELBER &

GREGOR 1987). Der Basaltbruch am Bauersberg wurde von Braunkohlen überlagert und die Stämme und Hölzer lagen waagrecht darin (Taf. 21, Fig. 6-8, Taf. 22, Fig. 7).

„Pleistozäne“ Befunde

Gerade die eiszeitlichen Sedimente in Bayern gestatten sehr schön, die Umlagerungsproblematik zu studieren. So finden wir z.B. südlich München kreidezeitliche, völlig abgerollte Reste von *Tempskya*-Stämmchen (JUNG 1983), bei Ulm einen *Palmoxylon*-Rest (MÄGDEFRAU 1956) und aus der Kiesgrube SCHIMMELE bei Burtenbach haben die Sammler WIED und MICK viele Kieselhölzer geborgen, darunter auch Palmreste (vgl. GREGOR 1998: Taf. 21, Fig. 6).

Zu den fossilen Wäldern zählen auch die subfossilen Hölzer, wie z.B. die Mooreichen aus den quartären Schottern der Donau, des Mains und vom elsässischen Rhein (HENNINGSEN & MÄCKEL 1969). Aus dem Donautal bei Ulm stammt einer der „Riesen“, eine Mooreiche von gigantischen Ausmaßen (vgl. Taf. 22, Fig. 6).

Nach dendrochronologischen Untersuchungen des Instituts für Botanik der Universität Hohenheim (BECKER 1982) sind die Eichen aus dem Raum Dillingen-Höchstädt/Do. (Taf. 21, Fig. 4, Taf. 22, Fig. 3-5, Taf. 25, Fig. 5, 6) aus der Zeit zwischen 3500 v.Chr. bis 650 n.Chr.. Die Datierung mithilfe der Baumringforschung ergab bei den ältesten Mooreichen von Höchstädt ein Alter von 3500 Jahren v.Chr. Die Mehrzahl der anderen Funde wurden dann gegen 2100 v. Chr. abgelagert, während nur ein Baum aus der Zeit 1250 v. Chr. stammt. Die letzten Eichen datieren aus der Kelten- und Römerzeit und dem Frühmittelalter (625 v.Chr. bis 650 n.Chr.).

Diese Stammgruppen fügen sich sehr gut in das von BECKER rekonstruierte Bild von Hochwasserphasen im südlichen Mitteleuropa ein, das auf der Datierung von mehr als 1500 derartiger Stammfunde von Rhein, Main und Donau basiert. Alle Befunde müssen als allochthon interpretiert werden.

Ein ganz neuer Fund wurde Autor HOLLEIS von Herr ETTERER (Münchner Mineralienfreunde) übergeben – ein Nadelholz aus dem Karlsfelder See bei Karlsfeld (Dachau) – wieder ein ins Pleistozän umgelagertes und stark abgerolltes Stück aus dem Tertiär.

Ulm-Senden

Neuerdings fanden sich in der Sammlung MICK (Senden/Ulm) einige hochinteressante z.T. stark abgerollte fossile Reste, die mineralisiert sind (Achat?) und höchstwahrscheinlich zu Baumfarnen gehören, vermutlich zur Gattung *Tempskya* – in altquartären Schottern südlich Ulm (Taf. 27, Fig. 3-5). Woher diese Reste genau kommen, wie sie mineralisiert wurden und welche kreidezeitlichen Sedimente hierfür vermutet werden können, soll in einer eigenen Publikation untersucht werden (MICK & GREGOR 2005, in Vorb.). Zu diesem Problem sei auf den hervorragenden Museumsführer von HOFBECK (2005) verwiesen, der für den Landkreis Roth ebensolche Fossilien erwähnt und sie in diverse Gruppen unterscheidet. Natürlich sind alle Stücke stark abgerollt und bezeugen so allochthone Verhältnisse.

3.1.1.X Brandenburg – siehe Kap. 3.1.1.8 Sachsen unter Lausitz

3.1.1.3 Hessen – Abb. 5-1, Taf. 19, Fig. 1, 2, 3

Die Kiesgruben um Gießen haben z.T. riesige Stämme geliefert, die pleistozänen Alters sind (HENNINGSEN & MÄCKEL 1969, Abb. 2).

Von Kilianstädten in der Wetterau teilen GOTH & WILDE (1989) einige paläozoische mineralisierte Hölzer und Stämme mit, die zu *Tylodendron* und *Amyelon* sowie einem neuen Pteridospermentyp (ähnlich *Pitus*, *Eristophyton* usw.) zu stellen sind. Ein Rekonstruktionsbild zeigt deutlich die Allochtonie des Vorkommens – damit gehören die Stammreste (Abb. 2 bei SCHAARSCHMIDT 1989) zu einem umgelagerten Waldsystem im Hinterland des Fundortes.

Braunkohlegebiete

In Borken bei Kassel lagen auf einem Lagerplatz riesige Stubben von *Taxodioxydon gypsaceum*, die bei einem Schurf am Hohen Meißner vor vielen Jahren geborgen wurden, Sie

stammen aus der miozänen Braunkohle, die dort lokal in einem Anriss neu untersucht wurde. Die Wurzelstubben zeigen eindeutige Abrasion, sie sind aber sicher nicht sehr weit transportiert wurden und z.T. sicher auch in situ gestanden (leider stehen keine Daten zur Verfügung). Ein Teil der lignitisch-verkieselten braunen Stamm- und Stubbenreste ist auf dem Gelände des Geologischen Instituts der Universität Göttingen aufgestellt (vgl. Taf. 19, Fig. 2). Auch vor dem Naturkundemuseum im Ottoneum in Kassel ist ein riesiges Exemplar von Stubben zu sehen.

Über die niederhessischen Braunkohlen hat KLEIN-REESINK (1984) eine spezielle kohlepetrographische Arbeit angefertigt, die auch kurz auf Stubben und Stämme eingeht. Er erwähnt vom Tagebau Ostheim (Oligozän) zwei Meter unter Flözoberkante Stubbenhorizonte und vereinzelt stehende Stubben, senkrecht in der Kohle (ibid. S. 21). Das Holz gehörte vor allem zu Koniferen, aber bei den Xyliten kommen auch andere Taxa in Betracht (ibid. S. 110). Vom Tagebau Hirschfeld (Miozän) lagen auch Xylite, durchgehend bruchstückhaft, vor, wobei seine Beobachtungen meist waagrecht liegende Stämme und nur vereinzelt aufrecht stehende Stubben betrafen (ibid. S. 24). Aus Borken (Eozän) selbst nennt er nur Wurzelhorizonte, deren kleine Bahnen deutlich mit hellem Kaolinton gefüllt sind, aber keine Xylite mehr (ibid. S. 18) – eine Bestimmung war somit nicht mehr möglich. Seine Beobachtung ist sehr interessant, dass xylitische Kohle erst ab dem Übergang Oligozän zum Miozän auftreten, vorher im Gebiet sog. „Wasserkohlen“ vorherrschten (ibid. S. 110), letztere wohl mit Wasserpflanzen oder vereinzelt nur Büschen oder Sträuchern.

3.1.1.4 Niedersachsen

Braunschweig

Aus dem Phosphoritlager von Braunschweig nannte VATER (1884) fossile Hölzer, aber alle lose im Sediment liegend. Aus dem Tagebau Treue und von Alversdorf stammen eozäne, durch Bohrmuscheln zerstörte Stammreste und Hölzer (Taf. 12, Fig. 4, Taf. 25, Fig. 3), aber auch Palmstubben (Taf. 21, Fig. 5).

Helmstedt

Die Helmstedter marin beeinflussten Braunkohlen (GOTTWALD 1966) zeigten phosphatisierte Hölzer von folgenden Taxa: *Glyptostroboxylon*, *Taxodioxyton*, *Palmoxylon*, *Elaeodendroxylon*, *Cistoxylon*, *Cunonioxyton*, *Ericoxylon*, *Hamamelidoxylon*, *Liquidambaroxylon*, *Illicioxyton*, *Laurinoxyton*, *Peltosporoxylon*, *Mastixioxyton*, *Meliaceoxylon*, *Atherospermoxylon*, *Nyssoxyton*, *Sapindoxylon*, *Schimoxyton*, *Winteroxyton* und *Engelhardioxyton* (GOTTWALD 1992). Die Komposition ist stark subtropisch/tropisch geprägt, zeigt aber auch Lauraceen, Palmen und Meliaceen wie die Flora von Rauscheröd (GOTTWALD 1997).

Man sieht hier auf Anhieb den anderen Eindruck, den diese Flora im Gegensatz zu der von Rauscheröd hat. Praktisch alle Typen sind Kosmopoliten, holarktisch verbreitet oder Sumpfbewohner.

Willershausen

In der Tongrube Willershausen sind die pliozänen Hölzer lignitisch erhalten (vgl. GOTTWALD 1981) und eindeutig fluviatil verbreitet. In situ-Stubben kamen niemals zum Vorschein. Die kleinen splittrigen Hölzer zeigen oft Pressungen (Diagenese) und gehören zu meist nicht mehr exotischen Taxa: *Alnoxyton*, *Fraxinnoxyton*, *Cupressinoxyton*, *Tsugoxylon*, *Taxodioxyton*, *Quercoxyton*, *Eucaryoxyton*, *Zelkovoxyton* usw. Alle Formen sind sommergrün und stimmen mit den Blatt- und Fruchttaxa recht gut überein, sind also nicht zeitlich umgelagert, aber allochthon.

3.1.1.5 Nordrhein-Westfalen

Aachen

Eine der bestbearbeiteten Floren ist z.Z. die aus den Aachener Sanden der Gruben Flög bei Hauset und Käskorb bei Kelmis (Belgien). Sie wurde systematisch von GOTTWALD 2000 publiziert und zeigt eine erstaunliche Menge angiospermer Hölzer für die damalige Zeit. Wir

finden folgende Taxa: Gymnospermae - *Dadoxylon*, *Pinuxylon*, *Taxodioxyton* - Angiospermae: *Cornoxyton*, *Iceacinoxyton*, *Mastixioxyton*, *Hortonioxyton*, *Nyssoxyton*, *Platanoxyton* u.a.

Die belgischen und deutschen Funde sind alle als allochthone Treibhölzer anzusprechen, noch dazu oft durch Pholadiden bzw. Insekten angebohrt (DERNBACH 1996: 109).

Sehr viel Material dieser Region liegt im NMA, das meiste bei den Herren GAUPL, KNOLL, MADERITSCH und SIMONS (vgl. Taf. 40, Fig. 1-3).

Siebengebirge

Das Siebengebirge mit Floren von vielen alten Fundorten wie Rott, Stöbchen, Niederpleis, Adendorf oder Altenrath, ist gerade in hervorragenderweise durch WINTERSCHEID (2006) publiziert worden. Er erwähnt noch einige verkieselte oder opalisierte Holzreste, z.T. umstrukturiert und als Abdrücke in Sandsteinen, Quarziten oder Sanden und auf Äckern (Umlagerung) vorliegend und nennt folgende Taxa: *Taxodioxyton gypsaceum*, *Juniperoxyton pachyderma*, *Palmoxyton* sp. und nicht weiter bestimmbare Pinales (ibid. S. 227). Allen gemeinsam sind, trotz einer Größe von bis zu 80 cm, eindeutige Umlagerungsspuren bei den Steinkernen, Hohlräumen und stark umstrukturierten Funden: Holzstücke, Astreste und fehlende in-situ-Lage oder Aufrechtstehen der Stämme (Allochthonie).

Niederrhein - Abb. 1-1, Taf. 29, Fig. 1-8, Taf. 30, Fig. 1-8

BURGH (1964, 1973, 1978) fand einige inkohlte Hölzer im Pliozän des Niederrheingebietes in der Braunkohle: *Pinuxylon*, *Piceoxyton*, *Cedroxylon*, *Cupressinoxyton*, *Sciadopityoxyton*, *Juniperoxyton*, *Glyptostroboxylon*, *Taxodioxyton*, *Pomoxylon*, *Leguminoxyton*, *Betuloxyton*, *Castanoxyton*, *Quercoxyton*, *Eucommia*, *Fraxinus*, *Styracoxylon* und *Salicinium*. Da die Hölzer in der Braunkohle vorkommen, ist ein weiter Transportweg unwahrscheinlich. Hinzu kommt, dass die meisten Taxa durchaus neogenen Klimavorstellungen nicht widersprechen – alle sind im kühleren Bereich eines warm-gemäßigten Klimas zuhause.

Im Tagebau Hambach fanden sich seit Jahren eine Unmenge umgelagerter, in Sanden gedrifteter z.T. riesige Stämme. Alle waren wurzellos (z.B. Taf. 29, Fig. 2-6) und hatten nur selten noch Äste am Stamm aufzuweisen. Altersmäßig sind diese Funde ins Obermiozän/Pliozän zu stellen – einige weitere Beispiele werden auf Taf. 29/30 gezeigt. Diese lignitischen Stämme sind auch in den Flözen von Hambach zu finden, aber alle flachliegend, wobei allerdings Stubben in situ, meist in tonigen Paläosolen gefunden wurden.

In tiefmiozänen Schichten (Flöz Garzweiler) von Hambach kam auch einmal ein riesiger Palmstubben mit Luftwurzeln zum Vorschein (vgl. Taf., 23, Fig. 5,6), wohl bei einer Hochflut in Tonen abgelagert. Autochthone Stubben waren im Flöz Frimmersdorf zu finden (Taf. 30, Fig. 1,2).

Nach eigener Anschauung kamen im Tagebau Frechen im Niederrheingebiet früher riesige Stubben im Flöz vor, die vermutlich zu Mammutbäumen und deren Verwandten gehörten – leider fielen alle diese Stämme dem Abbau zum Opfer.

MINNIGERODE hatte 1985 eine umfassende Arbeit über „Initiale Floren und deren Ökologie an der Basis der Rheinischen Braunkohleflöze“ vorgelegt und sich speziell mit Wurzelböden, Wurzeln und deren Bestimmung und der Vegetation zur Zeit des Miozän beschäftigt. Er stellte fest, dass in allen Bereichen der Tagebaue koniferenreiche (*Pinuxylon*, *Taxodiaceen*) Mischwälder (mit *Fagus-Betula*- und *Ulmus-Fraxinus-Carya*-Typen) und auch Monokotylen (wohl Palmen) in situ gewachsen sind.

Auch aus dem Tagebau Garzweiler sind allochthone Hölzer zu vermelden (leg. LIEVEN), in diesem Falle z.T. gestaucht durch Kleintektonik bzw. Sedimentdruck (Taf. 34, Fig. 1).

MOSBRUGGER et al. haben (1994) aus der Kohle (Flöz Frimmersdorf) des Tagebaues Hambach einen dreidimensionalen „Peat Forest“ mitgeteilt, wobei sie fast sechshundert Stämme in situ eingemessen und bestimmt haben. Berechnungen der Stammhöhe und des Baumabstandes zu anderen, xylotomische Untersuchungen und statistische Methoden erlaubten eine ungewöhnlich genaue Rekonstruktion der Biotopverhältnisse dieses miozänen Waldes, wobei auch Augenmerk auf verschiedene Wuchshorizonte gelegt wurde (ibid. Fig. 12). Die Hölzer gehörten zu *Palmoxyton*, *Juniperoxyton*, *Taxodioxyton*, *Pinuxylon*, *Glyptostroboxylon*

und *Sciadopityoxylon*. Als rezent es Vergleichssystem wurde der Cypress swamp des Südostens der USA angesehen, was allerdings nicht so einfach und stimmig ist (Kritik in GREGOR 2005c). Schon JUX hat (1968) den *Sequoia-Pinus*-Wald erwähnt, mit akzessorischen Formen wie *Sciadopitys*, und sagt deutlich: „plötzlicher Grundwasseranstieg vernichtet den Waldbestand (Stubbenhorizonte)“. Damit ist auch klar das „trockene Torfmoor“ gekennzeichnet, auf dem *Sciadopitys* wuchs – ein Besiedler saurer Böden im Virginia-Klima (ibid. 91), nicht ein „Sumpfwald“, vergleichbar mit dem der Everglades.

3.1.1.6 Rheinland-Pfalz

Hier sind nur aus Rhein-Kiesgruben bei Landau lignitisch erhaltene Hölzer zu erwähnen, die meist mit Saug- oder Schwimmbaggern, zusammen mit Fruchtfloren geborgen wurden. Vor allem im nahen Elsaß ist dies mehrfach der Fall gewesen (vgl. z.B. GEISSERT et al. 1990).

3.1.1.7 Saarland

Aus dem Karbon der Pattberg-Schächte sind Reste eines „Waldes“ zu erwähnen (RICHTER 1959), keine seltene Erscheinung in der Steinkohle. Karbonische Stubben ~~fanden~~ ^{finden} sich allenthalben früher in der Steinkohlezechen untertage, sind aber wegen ihres Alters keine echten Samenpflanzen, sondern meist Kryptogamen (Farne usw.). ENGEL erwähnt (1988: 15, Abb. 6) mehrfach Stämme von „Palmbäumen“ (damals so genannt, in Wirklichkeit *Sigillarien*) im Stadtgebiet von Neunkirchen, einen davon mit einer Gesamthöhe von 3,6 m senkrecht im tonigen Sediment des Steinkohlebergbaues – nach alten Unterlagen von NÖGGERATH (1819) und GUTHÖRL (1953).

Bestandbildend nennt man diese Formationen der Einfachheit halber heute auch „Wälder“.

3.1.1.8 Sachsen - Taf. 13, Fig. 4

Vom Hasenberg bei Wiesa nennt SÜSS (1958) lignitische Lorbeerhölzer. Auch aus anderen der vielen Tagebaue in Braunkohleschichten stammen Stubben- und Stammreste lignitischer Hölzer (z.B. Böhlen, SCHÖNFELD 1955).

Einen riesigen *Sequoia*-Stubben, der tatsächlich in situ stand, publizierten STRIEGLER et al. 1984 aus dem Tagebau Klettwitz (Taf. 26, Fig. 2).

Eine fossile *Sequoia*-Verwandte stammt aus dem Oligozän der Leipziger Bucht (Aufsammlung GREGOR, Bestimmung GOTTWALD).

Leipziger Raum - „Holozäne Funde“

Eine Zusammenstellung von holozänen Auwaldgehölzen aus dem Leipziger Raum publizierten MÜLLER-STOLL & SÜSS (1966) und gaben folgende Taxa als „einheimisch“, also nur wenig transportiert (autochthon) an: *Abies*, *Salix*, *Populus*, *Alnus*, *Corylus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Acer*, *Fraxinus* und *Sambucus*. Einen gewissen Transport der Hölzer im Fluss muss man trotzdem berücksichtigen, aber man kann sicher von semiautochthonen Bedingungen sprechen.

Chemnitz – Abb. 2-1, 5-2, Taf. 24, Fig. 4, 5

RÖSSLER geht im neuen Werk von DERNBACH & TIDWELL (2002) auf den fossilen Psaronius-Wald von Chemnitz ein, einen der ältesten Wälder Europas aus dem Rotliegenden (Perm). Ein eigener Band über diesen fossilen Wald liegt seit kurzem vor (RÖSSLER 2001). Obwohl eine Unmenge von z.T. riesigen Stämmen und Stubben gefunden wurden, liegen doch fast keine in situ-Situationen vor – alle Stämme liegen horizontal. Auf Bild 102 (Ibid.) sieht man aber deutlich einen Wurzelansatz, allerdings mit abgebrochenen Restwurzeln. Ein Psaronius-Stamm mit einer Länge von 1,53 m wird auf S. 81 (ibid.) senkrecht gestellt gezeigt, ebenso mehrere Meter messende Stämme auf den Seiten 61 und 63, und auf den Bildern 120, 127-130, 137 und 138. Nach freundl. Bestätigung von Kollegen RÖSSLER sind wirklich nur wenige in situ-aufrecht stehenden Stämme gefunden worden. Auch hier gilt wieder: ohne einen Paläosol keine Aussage zur in situ-Situation möglich, aber ein in situ-Wald kann hier angenommen werden.

Hilbersdorf

DEVILE zeigt (1991: 20) die Abbildung eines wurzelführenden Stubbens von Hilbersdorf, der wohl aufrecht gestanden haben mag. Letzteres wird durch die Beschreibung und das Bild in GRÖLL (1759: Fig. 1,2) wahrscheinlich gemacht - das Profil führte von oben nach unten folgende Partien: 1 Dammerde – weißlicher Mergel, 2 fester, weißer Mergel, rote Mergel, 4 weißer, fester Letten, 5- roter Mergel, 6 grüner Letten, 7 – grüner fester Letten, 8 roter Letten und 9 – grünlicher Letten, 10 – rotbrauner mergeliger Letten und dann die wurzelstammführende Schicht (11) mit „eben dergleichen, jedoch grünen und etwas kalkigten, mit Glimmer vermischten Bergart“ (ibid. 45,46). Der unterlagernde Horizont war fossilifer. Gerade Schicht 11 zeigt einen sicheren Paläosol, also eine alte Bodenbildung, die als in situ-Horizont gelten darf. Dieser erwähnte Stamm und ein weiterer mit einer Länge von 26,3 m Länge werden im Museumsführer „Der versteinerte Wald von Karl-Marx-Stadt, Museum f. Naturkd. 1986: 4,12) gezeigt.

Reichwalde

Der postglaziale Torfwald von Reichwalde bei Boxberg (Ober-Lausitz), der seit dem Jahre 2000 ausgegraben wurde (Taf. 27, Fig. 1), hat viele Stämme in situ geliefert, fest eingebettet im Torf (vgl. FRIEDRICH et al. 2001, 2002, 2005). Die wurzelreichen Stubben sehen ähnlich aus wie auf einer vergleichbar ähnlichen Fläche mit einem Torfwald in Österreich, den Autor GREGOR studieren konnte. Die Komposition von Reichwalde ist durch die dominante Kiefer neben Birke, Pappel, Erle, Weide, Traubenkirsche und Wacholder gekennzeichnet (BOEREN et al. 2004) und hat ein definitives Alter von etwa 14 000 Jahren v.Chr. Freundlicherweise stellte Koll. STIKA ein Foto davon zur Verfügung (vgl. Taf. 27, Fig. 1).

Lausitz (incl. Brandenburg)

Baumstämme liegend, stehend und jede Menge Hölzer kommen im 2. Lausitzer Flöz des Niederlausitzer Braunkohlereviere vor. DOLEZYCH-MIKOLAI (2005) beschreibt aus einer Reihe von Tagebauen die Profile mit ganzen Stammhorizonten in-situ und weist damit „fossile Wälder“ im Miozän des Areals nach. Die Taxa werden als *Quasisequoioxylon*, *Taxodioxylon*, *Juniperoxylon* und *Sciadipitoxylon* bezeichnet und belegen eindeutig in-situ-Verhältnisse in der Braunkohle, wie es z.T. auch in der Niederrheinischen Braunkohle der Fall ist (ibid. Taf. I, III, XI, XXV, XXVI). Da die Befunde in zwei Bundesländern liegen, wurde der Einfachheit halber die Lausitz insgesamt im Kapitel „Sachsen“ besprochen.

3.1.1.9 Sachsen-Anhalt

Auch hier lagen in der Tongrube Altenburg bei Quedlinburg die Stammreste von Gymnospermen zerbrochen im Sediment, waren also verdriftet worden (SCHULZE-MOTEL 1962).

Geiseltal

Aus dem Eozän des berühmten Geiseltales bei Halle beschrieb GOTTWALD besondere Erhaltungszustände von Hölzern, nämlich Kautschukhölzer mit Rinden als *Coumoxylon hartigii* (1976).

3.1.2 Schweiz – Abb. 3-1, 3-2, Taf. 31, 32

In der Schweiz sind es vor allem die Molasseablagerungen, die viele Hölzer geliefert haben – leider sind nur wenige gut untersucht worden. Eine Besonderheit in dieser Richtung hat WEIDMANN (1987, zitiert aus einer Arbeit 1887) aus dem Untergrund Lausannes mitgeteilt (ibid. Fig. 12,13). Es handelt sich um Bilder von eindeutigen Stämmen, einer riesigen Palme und eines verwurzelten Baumstammes in einem Paläosol im Tunnel von Lausanne. In beiden Fällen haben wir selten schöne Fossil-Stücke als Belege für einen in situ-Stamm und einen wohl nur wenig transportierten Stamm vorliegen (Abb. 5-1 und -2). Andererseits ist hier deutlich auf einen Brief von Kollegen WEIDMANN hinzuweisen, der zur Vorsicht bei diesen schönen Stücken mahnt: „in der Sammlung des Geologischen Museums Lausanne liegen keine

Reste dieser von LUGEON (1887/88) dargestellten Fossilien vor“. Aus der „Molasse de la Borde“ (Lausanne, Rue Caroline, etwa um 1937), äquivalent zur „Molasse gris“ kamen aber nach diesem Kollegen lange Stammreste vor, z.T. abgeplattet und aus Lignit und Pyrit bestehend, die eine Länge bis 1,5 m aufzuweisen hatten – ein Beweis für einen Wald zur Zeit der Molasseablagerungen.

Die meisten der Molasse-Hölzer gehören zu gemäßigten Formen wie Ericaceen, Styracaceen, Lauraceen usw. – es gibt aber nur wenige Publikationen zum Thema.

Kanton St. Gallen

Vor kurzem haben BÜRGIN & OBERLI (2003: 15) aus der Toggenburger Region einen echten „Versteinerten Wald“ erwähnt, der auch durch ein Foto belegt ist. „Wurzeln und Stämme sind tief mit Schlamm begraben“, bedingt durch ein starkes Hochwasser in den sog. Hochalp-Schichten von Krummenau in der Molasse. FREY hat 1979 diese inkohlten Baumstämme näher beachtet und ihre Länge mit bis zu 2,5 m und den Durchmesser mit 50 cm angegeben. Seine Fig. 83 zeigt deutlich bewurzelte Stubben in dunkelgrau bis schwärzlichen Mergel, überlagert durch harte Kalksandstein-Knollen (Taf. 32). Sedimentologisch wird die Ablagerung als Paradebeispiel für einen Crevasse-Splay-Event angesehen - der fossile Wald kann aufgrund seiner Erhaltung ebenfalls als Besonderheit weltweit gelten.

Kanton Schwyz

Die Bergsturzregion von Goldau ist seit 1806 für seine Fossilien in Sandsteinen, Konglomeraten und Mergeln der Unteren Süßwassermolasse (Ober Oligozän) bekannt. Es fanden sich vor allem Spuren von Vögeln, Schildkröten und Säugetieren (Nashörner u.a.), des weiteren Blätter, Nadeln und Zapfen von *Liquidambar*, *Glyptostrobus* u.a. (vgl. FURRER et al. 2002) sowie in-situ stehende fossile Baumstrünke (FURRER et al. 2003: Abb. 3). Die Stubben werden als Zeugen eines lockeren Baumbestandes auf einer ehemaligen Überschwemmungsebene eines weitverzweigten Flusssystems gesehen. Die Baumstämme mit einer Höhe von 1,0-2,2 m und einem größten Durchmesser von 65 cm bestehen aus einer inkohlten, gagatisch erhaltenen und pyritisierten Substanz, wie oftmals in Mergeln und Silten zu beobachten. Wie eindeutig auf Taf. 31 zu sehen, ist hier ein Rest eines echten Fossilen Waldes zu sehen, der vor ca. 25 Millionen Jahren in den Molasseniederungen stockte.

3.1.3 Österreich – Abb. 1-2, Taf. 13, Fig. 3

HOFMANN hat vor langer Zeit (1944, 1952) Kieselhölzer aus Prambachkirchen publiziert. Die Komposition bestand aus Formen wie *Taxodioxyton*, *Piceoxyton*, *Pinuxylon*, *Magnolioxyton*, *Alnoxyton*, *Betuloxyton*, *Carpinoxyton*, *Fagoxyton*, *Quercoxyton*, *Ulmoxylon*, *Leguminoxylon*, *Aceroxyton*, *Ebenoxyton*, *Fraxinoxylon*, *Palmoxyton* usw. Die beiden von der Autorin (1944:50-52, Taf. VIII, Abb. 4, Textabb. 8 und 1952: 156-158, Taf. XII, Abb. 1, Textabb. 12) genannten Mangroveformen *Rhizophoroxylon blepharistemmaoides* und *Sonneratioxyton prambachense* passen nicht in die oben genannte Komposition (sie könnten aber aus älteren Schichten umgelagert sein) und sind nach freundlicher persönl. Mitt. Prof. GOTTWALD falsch bestimmt. Leider wurden diese tropischen Mangrovetaxa immer wieder zitiert, denn sie implizieren damit „tropisches“ Klima im Miozän Österreichs und Bayerns (BARTHELT 1989). Man darf aber nicht vergessen, dass viele Bestimmungen von damals heute als falsch erkannt sind und neu bearbeitet werden sollten. Hier sollten dringend nähere Untersuchungen zur gesamten Problematik vorgenommen werden. Alle Hölzer liegen auch als mehr oder minder kleine Bruchstücke vor, sind also sicher (mehrfach?) umgelagert.

Aus Gallspach in Oberösterreich stammt der Fund eines *Ilex*-Verwandten. Diese Aquifoliacee hat mit ihrer Gattung ca. 400 Arten, kommt von der gemäßigten bis zur tropischen Zone vor, ausgenommen dem westl. Nordamerika u. südlichen Australien. In der Regel handelt es sich um immergrüne Büsche oder Bäume.

Weitere Vorkommen in Österreich wurden von GROS (1983) publiziert, darunter die *Quercoxyton furwaldense* mit internationalen Vergleichen – auch hier wieder nicht in situ, sondern als Stammreste.

THENIUS (1961) bearbeitete ein Palmenholz aus Niederösterreich, SELMEIER (2003a) Cedrela-Hölzer von Hagenau.

3.1.4 Tschechische und Slowakische Republik

Sowohl in der Tschechei als auch in der Slowakei fanden sich Braunkohlenhölzer des Typs *Taxodioxyton* und *Piceoxyton* (BREZINOVA & GABRIELOVA 1974 und BREZINOVA & KOURIMSKY 1974), aber eindeutig als Drifthölzer anzusprechen. Eozäne Hölzer fanden sich in den Bergen Nord-Böhmens (PRAKASH et al. 1971) und in Kuclin. SAKALA (2003) hat ein *Podocarpoxyton*-Holz von letzterer Fundstelle als *Tetraclinoxyton* emendiert. Miozäne große Stämme sind von Velka Cernoc bekannt (vgl. Taf. 16, Fig. 3). Karlsbad ist eine paläogene Fundstelle von Hölzern des Typs *Laurinoxyton*, *Sequoioxyton*, *Pinuxylon*, *Palmoxyton* u.a., wobei letztere sogar noch Wurzelmäntel aufweisen (BREZINOVA 1981).

Den seltenen Fall von Hölzern in Hornsteinen beschreiben BREZINOVA & SÜSS (1988) mit *Sassafrasoxyton*, *Taxodioxyton* u.a.

Im Bereich der Niederen Tatra, im Gebiet von Lubietova bei Banska Bystrica, lassen sich wunderschöne gelborange Holzopale von Laub- und Nadelhölzern finden (Mitt. HOLLEIS).

Tempyska-Funde, völlig abgerollte Stammreste, fanden sich auf einer Exkursion im Tagebau Nove Strafeci in Pecinov, zusammen mit Zweigresten von Koniferen und Häcksel, also Bedingungen, die typisch für Allochthonie sind (Cenoman, Leg. FISCHER, E 757/2).

3.1.5 Polen -- Taf. 23, Fig. 4

Aus Polen sind mehrfach große bis riesige Stubben zu erwähnen, meist aus Braunkohlen z.B. des Zittauer Beckens, von Turow. Ein im Museum Ziemei im Warszawa stehender Stubben ist eindeutig in situ gewesen und belegt autochthone Bedingungen im dortigen Braunkohlen-Tertiär, auch wenn die Atemwurzel aufgesetzt ist (vgl. Taf. 23, Fig.4). Es handelt sich um einen Stamm der Art *Glyptostroboxyton tenerum*

3.1.6 Ungarn - Taf. 28, Fig. 2

In Ungarn gibt es eine lange Tradition der Bestimmung fossiler Hölzer (FELIX 1890, GREGUSS 1967, 1969), wobei aufgrund vulkanischer Gegebenheiten oftmals opalisierte Hölzer vorliegen (FELIX 1987), aber auch lignitisierte aus Braunkohlen. GREGUSS' Taxa gehören zu den Familien Ginkgoaceae, Araucariaceae, Podocarpaceae, Taxaceae, Cephalotaxaceae, Taxodiaceae, Pinaceae, Tiliaceae, Sterculiaceae, Platanaceae, Meliaceae, Leguminosae, Ebenaceae, Vitaceae u.v.m. eine *Myricoxyton hungaricum* nennen MÜLLER-STOLL & MÄDEL 1962).

Über in situ-Vorkommen von Stämmen oder Hölzern wird nichts ausgesagt, die Komposition der Hölzer gibt aber wieder zu denken – eine Umlagerung ist vorgegeben. Dies gilt auch für die von HORVATH (1954) erwähnten großen Baumstämme von Megyaszo am Rande des Zemplen-Gebirges. Nebenher fanden sich auch Blätter und Zapfen, sodass die Komposition der Hölzer mit *Betuloxyton*, *Ulmoxyton*, *Celtixylon*, *Populoxyton*, *Zelkovoxyton* und *Liquidambar-oxyton* als pannonischen Alters gut erklärt ist.

Einen sehr schönen privaten Bericht über die Fundstellen der Tokajer Berge verfasste HUBER (2003), wobei er Aufnahmen der opalisierten Funde von Ratka (Taf. 28, Fig. 2), Arka, Megyaszo u.a. zeigt – in keinem Falle aber in situ-Verhältnisse. Dies ist bei der z.T. opalisierten Erhaltung (bzw. Limnoquarzit) in Pyroklastika auch nicht anders zu erwarten. Trotzdem kann man annehmen, dass die Umlagerung der Hölzer nicht sehr stark oder weit war, da der Vulkanismus die Fossilien imprägnierte.

3.1.7 BENELUX – Niederlande und Belgien

In den Niederlanden wurden vor allem im Grenzgebiet zu Deutschland, bei Tegelen Lignite mit Strukturhaltung gefunden, alle aber allochthon verdriftet in Tonen liegend. Es fanden sich vor allem Vertreter einheimischer Gewächse wie von *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Ulmus*, *Acer*,

Cornus, *Crataegus*, *Fraxinus* und *Populus*, aber auch *Magnolia*, *Phellodendron*, *Carya* und *Pterocarya* (BURGH 1974, BURGH & MEULENKAMP 1966).

Belgien hat mit seinen Aachener Sanden vor allem der Sandgrube Käskorb bei Kelmis die schönsten Kreide-Hölzer geliefert, die von GOTTWALD 2000 publiziert wurden (vgl. auch Kap. 3.1.1.5). Hier sind vor allem die Privatsammlungen der Herren GAUPL, KNOLL, MADERITSCH und SIMONS zu nennen, die alle hervorragende Stücke besitzen (weiteres Material im Naturmuseum Augsburg). STOCKMANS & WILLIERE haben 1943 Palmenhölzer und Palmfrüchte aus Belgien mitgeteilt.

3.1.8 Frankreich

In Frankreich gibt es nicht viele fossile Wälder, mehr aber Hölzer jeder Art: Neogen und Pleistozän der Normandie (KOENIGUER et al. 1984). Allerdings zeigen einige Bilder Wurzeln in situ (ibid. Abb.3). Im Becken von Paris bei Gisors und Reims spricht KOENIGUER (1980: 169) deutlich von allochthonen, ca. 10x20 cm messenden Kieselhölzern im Ypres-Gips, wobei Palmen und Zypressen erwähnt werden. Icacinaceen sind verkieselt aus dem Massif de trois Pignons bekannt (KOENIGUER & OBERT 1984).

Einen schönen Vergleich aller Taxodiaceen-Hölzer (*Taxodioxylon* div. sp., *Sequoioxylon* div. sp., *Metasequoioxylon*) im Hinblick auf französische Vorkommen brachte VAUDOIS-MIEJA (1970) zur Kenntnis.

CHARRIER (1967) nennt Lignite von den Basses Alpes, PRIVE-GILL & PELLETIER (1981) einen „versteinerten Wald“ aus dem Puy-de-Dôme. DEVILLE geht (1991: 13-16) näher auf Fossile Wälder Frankreichs ein, auf in situ Verhältnisse und Bestimmungen: *Juniperoxylon*, *Pinuxylon*, *Fagoxylon*, *Castanoxylon* u.a.

Im Elsaß hat GEISSERT mehrfach lignitisch erhaltene Hölzer mitgeteilt, alle aus dem Pliozän (z.B. 1990), aber auch holozäne riesige Stubben liegen z.B. aus Stattmatten vor (vgl. Taf. 21, Fig. 1,2). Sie gehören zu den sog. Mooreichen, die in Kiesen liegend, eine schwarze Farbe angenommen haben – alle Stämme haben noch die Wurzeln aufzuweisen. Letzteres kann nicht als autochthones Merkmal gelten, da alle Stämme richtige Kiesimprägnationen aufweisen sowie abgeschliffene Partien – sie wurden also bei Hochwässern sicher über viele km transportiert (vgl. auch Kap. 3.1.1), wobei auch ruhig liegende Stämme durch darüber rollenden Kies ähnliche Schliffspuren zeigen können..

Tertiäre Eichen- und andere Hölzer aus dem Cantal sowie permische Gymnospermen wurden von PRIVE (1973, 1974, 1975) und VOZENIN-SERRA et al. (1991) mitgeteilt.

3.1.9 Italien

Aus allen Teilen Italiens (und im mediterranen Überblick, vgl. BIONDI et al. 1985) stammen meist einzelne Kieselhölzer und kleine Aufsammlungen auch lignitischer Hölzer, die vor allem von BIONDI mitgeteilt wurden (1979, 1980b, 1981a, 1981c, 1985, BIONDI et al. 1981, 1989, ANSELMINI et al. 1982). Fast alle stammen von Mittelitalien, nur wenige von Sizilien (BIONDI & RAIMONDO 1980). Die meisten Angaben beziehen sich auf tertiäre Vorkommen, aber auch mesozoische sind vorhanden.

3.1.9.1 Sardinien - Taf. 12, Fig. 7-9, Taf. 15, Fig. 1-9, Taf. 18, Fig. 6-8, Taf. 27, Fig. 2

Das sardische Vorkommen von Hölzern (Laerru, Zuri, Anglona) wird als in miozänen Schottern und Tuffiten vorkommend beschrieben. Die Komposition und auch die geologischen Bedingungen zeigen eindeutig Umlagerungsphänomene und somit wieder eozäne Hölzer in jüngeren Sedimenten (vgl. GREGOR et al. 2000): *Bombacoxylon*, *Dombeyoxylon*, *Grewioxylon*, *Platanoxylon*, *Castanoxylon*, *Palmoxylon*, u.a. *Tetraclinoxylon*, *Arganioxylon*, *Sclerocaryoxylon* werden von BIONDI (1979, 1980b, 1981a, 1981c, 1985, BIONDI et al. 1985, 1989) erwähnt.

Wie festgestellt werden konnte, gibt es nur einen Bericht, der das in situ-Vorkommen von Stämmen auf Sardinien beweisen soll – und der ist keineswegs zufriedenstellend; bisher

wurden trotz allen Suchens keine Stämme in situ, sondern nur z.T. schräg oder aufrecht im Tuffit steckende Stämme gesehen. Hier müssten Ausgrabungen eindeutige Beweise für einen „Wald“ erbringen (GREGOR et al. 2000: 17 nach CHARRIER & MAXIA, 1970)

Als „Pseudostämme“ kann man die Algenstotzen in tuffitischen Sedimenten bezeichnen – sie werden allerdings auf Sardinien als fossile Baumstämme angesehen (Taf. 27, Fig. 2).

Sehr viel Material von Sardinien liegt im NMA Augsburg.

Es hat sich ja gerade auf Sardinien gezeigt, wie interesselos ein „Fossiler Wald“ dort von den zuständigen Stellen behandelt wurde. Es war ja vorher nicht bekannt, dass die Stämme in Pyroklastika vorlagen und die „Algenmäntel“ gar keine Stämme darstellten. Auch noch heute ist der „Fossile Wald“ von Olecca ausgemalt und als solcher bezeichnet – mit in situ Stämmen, obwohl der eine aufrechte Stamm vom Zuri-See durchaus als beim vulkanischen Geschehen herumgewirbelt und zufällig als aufrecht eingesedimentiert gelten kann – Wurzeln wurden bisher nicht nachgewiesen..

3.1.9.2 Oberitalien

Ein von GOTTWALD freundlicherweise als *Platanoxylon* bestimmtes Kiesel-Holz, ein Driftholz, fand Autor GREGOR (GOTTWALD & GREGOR 1986) im marinen Pliozän von Italien (Baldichieri, Taf. 16, Fig. 1)

BIONDI erwähnt weitere Hölzer von dort (1983b, BIONDI et al. 1981)

Dunarobba

Die inkohnten Stämme des fossilen Waldes von Dunarobba bei Perugia sind Koniferen. Hier haben wir einen echten Wald mit vielen Stämmen in situ vorliegen. Im Sediment um die Basen herum liegen die zugehörigen Zapfen von *Glyptostrobus europaeus* – das Holz wird als *Taxodioxyton* bezeichnet (vgl. dazu AMBROSETTI et al. 1992, BIONDI & BRUGIAPAGLIA 1991). Dunarobba hat den größten und besterhaltenen Fossilen Wald aus Lignitstämmen in Europa zu bieten. Leider sind die Schutzdächer über den Stubben nicht gerade eine Augenweide, aber wegen des Verwitterungsschutzes notwendig (vgl. Taf. 13, Fig. 5, 7, 8).

Fidenza - Parma

Eindeutig in situ-liegende Stubben sind vom Stirone-Fluss bei Parma zu vermelden. Sie staken in torfigen Lagen und waren von tausenden von Erlenzapfen umgeben. Es handelte sich dabei aber um Kiefernholz (vgl. GREGOR 1989b und hier Taf. 14, Fig. 2). Die Plio-pleistozäne Überdeckung enthält ebenfalls große Stämme, darunter auch Eichen und oft marinen Bewuchs (Taf. 14, Fig. 1, Taf. 14, Fig. 3-6). Viel Material findet sich im NMA Augsburg.

Holozäne Stämme in situ erwähnt deMARCHI (1980: 164,165) von S. Ilario d'Enza bei Parma.

Toscana

Von dem Braunkohlenabbau Santa Barbara bei Castenuovo dei Sabbioni kommen Lignithölzer (Taf. 12, Fig. 5) und ganze Stubben in situ (Taf. 12, Fig. 6) aus dem Mio-Pliozän vor. Sie wurden beim Abbau der Kohle angerissen und beweisen einen Wald in situ – wie bei Dunarobba. Die Stubben liegen auch direkt in einem tonigen Paläosol, der beste Beweis für autochtone in situ Bedingungen.

3.1.10 Griechenland

Studien der Autoren VELITZELOS und GREGOR auf Lesbos haben den Anstoß zu dieser Arbeit gelegt, da dort der beste und schönste fossile Wald Europas steht – durchaus eine Konkurrenz zu anderen Wäldern in den USA oder anderswo. Dabei fiel schon vor Jahren auf, dass mit dem Begriff „Versteinerter Wald“ viel Unfug getrieben wurde und wird, da schon das Vorkommen von Stammresten als solcher bezeichnet wurde.

Griechenland hat auch auf relativ kleinem Raum eine ganze Anzahl von Fundstellen mit fossilen Hölzern aufzuweisen und so können die verschiedenen Bedingungen schön miteinander verglichen werden.

In Griechenland haben versteinerte Wälder gerade Hochkonjunktur, da die intensiven Forschungen von Autor VELITZELOS eine ganze Reihe neuer solcher ehemaligen Biotope aufgefunden, freigelegt und dargestellt haben (vgl. LAMPROPOULOS et al. 2003). Zu allen griechischen Wäldern sind chemische Analysen der Kieselmasse (SiO_2) sowie deren Imprägnation mit anderen Stoffen (Ca, Mg, Cl, Gips, Magnesit, Halit, Kieserit u.a.) mitgeteilt worden, wobei damit auch Verwitterungserscheinungen erklärt werden können (ibid. 8-17).

Weitere Vorkommen in Griechenland sind neueren Datums und alle von VELITZELOS (Univ. Athen und THEWALT, Univ. Ulm) in Untersuchung: Moudros auf der Insel Lemnos, Alexandroupoli und Feres (Ost-Thrakien), Kastoria und Nostimou (NW-Makedonien) – man vergleiche dazu auch SELMEIER & VELITZELOS 2000).

In den vielen Braunkohletagebauen Griechenlands wurden häufig lignitische Hölzer gefunden (Taf. 17, Fig. 1), so auch in Vegora von Autor VELITZELOS (Taf. 23, Fig. 3). Nach freundl. mündl. Mitt. des Kollegen P. ANTONIADIS (Geol. LA Athen) waren im Grubenfeld Lava u.a. senkrecht stehende Stubben bemerkt worden.

3.1.10.1 Insel Lesbos – Lesbos - Taf. 6, Fig. 1-4, Taf. 7, Fig. 1-2, Taf. 8, Fig. 1-3, Taf. 9, Fig. 1-3, Taf. 11, Fig. 5, 7-8, Coverbild

In Griechenland gibt es ein europaweit wohl einmaliges Gebiet, das einen fossilen Wald zeigt – „Apolithomeno Dassos“, das vom Kloster Ypsilou bis zur Halbinsel Megalonissi bei Sigri (Taf. 18, Fig. 1-4) auf Lesbos (DEVILLE 1991: 25-28) reicht. Autor VELITZELOS hat in jahrelanger Arbeit im Team mit anderen Kollegen das Gebiet untersucht und eine Reihe von Publikationen vorgelegt: VELITZELOS & SYMEONIDIS 1978, VELITZELOS 1996, VELITZELOS et al. 1981a,b, VELITZELOS & ZOUROS 1988, 1997, 1998, SÜSS & VELITZELOS 1994, 1997a,b, 1998, 1999 und vor allem LAMPROPOULOS et al. 2003: 2-4, figs. 2-6.

Bis jetzt wurden u.a. folgende Taxa bei den fossilen Hölzern gefunden – weitere sind zu erwarten (SÜSS & VELITZELOS 2000, 2001): *Taxaceoxylon biseriatum*, *Pinuxylon* sp., *Tetraclinoxylon velitzelosii*, *Thujoxylon antissum*, *Podocarpoxyton* div. sp., *Chimairoidoxylon lesboense*, *Chimairoidoxylon conspicuum*, Taxodiaceae spp., *Ginkgoxylon lesboense* SÜSS (2003 : 304, Abb. 1, Taf. I, Fig. 1-5), *Ginkgoxylon diversicellatum* SÜSS (2003: 307, Abb. 2-4, Taf. III, Fig. 1-6, Taf. IV, Fig. 1-4)

Hier stehen ganze Stämme in situ oder liegen über 10 m lang im Verband in Tuffiten. Sie sind in meist roten Achat verwandelt (Taf. 10, Fig. 3) und zeigen folgende Komposition: dominant *Pityoxylon*, *Cedroxylon* und *Pinuxylon*, *Laurinoxylon* etc. sind häufig. (DEVILLE 1991: 26-28 und DERNBACH 1996: 118-123). Einen neuen wunderschönen Band zum Thema haben VELITZELOS & ZOUROS (1988) vorgelegt. Lesbos dürfte den schönsten und reichsten echten Versteinerten Wald Europas zeigen (Taf. 10, Fig. 4-8).

Das Alter wurde früher mit Oligozän angegeben, kann heute aber eindeutig als Unter-Miozän bestimmt werden. U.a. wurden auch Blattfossilien gefunden, darunter solche von *Quercus cruciata* (Leitfossil) und der laurophyllen *Daphnogene polymorpha* (VELITZELOS 1993, VELITZELOS et al. 2000).

Sehr viel Material dieser Region liegt im Naturmuseum Augsburg.

3.1.10.2 Insel Lemnos – Limnos - Taf. 3, Fig. 1-3, Taf. 4, Fig. 1-3, Taf. 13, Fig. 9

Auch auf Lemnos gibt es seit neuerer Zeit einen untermiozänen Wald (ca. 20 Mio. Jahre) mit Stämmen von folgenden Taxa: *Taxodioxylon gypsaceum*, *Sequoia*, *Cedroxylon* und *Pinuxylon* (DERNBACH 1996: 124-125).

Hier sind bereits eine Menge neuer Dünnschliffe angefertigt, die in Kürze bearbeitet werden sollen (VELITZELOS in Vorb.). Es liegen bereits vor: *Taxodioxylon gypsaceum*, *Palmoxylon* sp., *Pinuxylon parenchymatosum* (vgl. dazu SÜSS & VELITZELOS 1993). Vor kurzem wurde der Fossile Wald näher untersucht (LAMPROPOULOS et al. 2003: 6,7), wobei eindeutig autochthone Verhältnisse hier vorliegen (ibid. Fig. 26).

3.1.10.3 Kastoria in NW-Makedonien - Taf. 1, Fig. 1-4, Taf. 2, Fig. 1-3

Hier können einige der Stämme in situ gefunden werden. Es sind bestimmt worden (LAMPROPOULOS et al. 2003): *Palmoxylon* sp., *Quercoxylon* sp.

Die untermiozänen Stämme zeigen starke Umkristallisation (ibid. Fig. 8) und Achatisierung (ibid. Fig. 11) – alle sind aber wohl allochthonen Ursprungs.

3.1.10.4 Evros in Thrakien - Taf. 5, Fig. 1-2

Hier haben SÜSS & VELITZELOS (1980) und PETRESCU & VELITZELOS (1981) folgende Taxa aus oberoligozänen Sedimenten (ca. 25 Mio. Jahre) bestimmt: *Lithocarpoxylon helladae*, *Quercoxylon intermedium*, *Palmoxylon* sp., Coniferae div.

Die meisten Stammreste scheinen allochthon zu sein (vgl. Näheres in LAMPROPOULOS et al. 2003: 4,5, Fig. 14-18), jedenfalls liegen keine Wurzelreste mehr vor und die Stücke sind abgerollt.

3.1.10.5 Euböa – Evia

Aus dem Nordwesten der Insel liegen eine Unmenge fossiler Stammstücke vor, die aber wohl alle allochthon sind und somit einen sekundären Wald andeuten (vgl. LAMPROPOULOS et al. 2003: 5,6, fig. 20-24). Das Alter der Fossilien wird mit 5-9 Mio. Jahren angegeben, ist also Ober-Miozän.

Aus der Kohlegrube Aliveri sind größere Stämme, z.T. in-situ (well preserved roots of trees), und eine zugehörige Diasporen-Flora bekannt geworden (GREGOR 1983: 11, VELITZELOS & GREGOR 1987). APOSTOLIKAS (1989: 26, Taf. I, Fig. 1) benennt eindeutig *Sequoioxylon germanicum*, *Taxodioxylon cryptomerioides* und *Glyptostroboxylon tenerum* als typische Elemente der Xylitflora und bemerkt:“oft eine Länge von bis zu 3 m und einem Durchmesser bis zu 1,5 m“... und ...“liegen meistens nahezu waagrecht, gelegentlich...als Stubben senkrecht im Flöz“. Wir haben hier also euautochthone bis parautochthone Verhältnisse und einen eindeutigen Wald vorliegen.

3.1.10.6 Kap Makea auf dem Peloponnes – Taf. 23, Fig. 1

Die stammähnlichen Gebilde dieses „Steinernen Waldes“ tragen zur Zeit zu einer Art Verwirrung bei, da sie auf der einen Seite aussehen wie Stämme bzw. deren Reste, auf der anderen Seite aber aufgrund der Wandstrukturen eindeutige marine Gegebenheiten zeigen. Die Begleitsedimente sind mit Seeigeln und Mollusken gespickt, die Wände mit Grabbauten und das Innere der Stämme mit Sediment. Eine eindeutige Untersuchung steht noch aus, man darf aber vielleicht andeuten, dass diese Reste mit Stromatolithen Australiens zu vergleichen sind und ebenfalls mit vulkanischen Tuffröhren auf Sumatra (vgl. RENSCH 1930) – also vermutlich nicht pflanzlichen Ursprungs sind.

Auch die Pseudostrukturen des „Fossilen Waldes“ von Bulgarien (vgl. Kap. 3.1.15) müssten hier näher verglichen werden, wobei allerdings eine ganze Reihe von Unterschieden zum vorliegenden Fall am Kap Makea zu bemerken sind (in Untersuchung durch Autoren).

Autor VELITZELOS hat im südlichen Peloponnes dieses Phänomen als erster entdeckt und wird die Problematik weiter verfolgen – auch wenn es sich nicht um einen fossilen Wald handeln sollte.

3.1.11 England – Abb. 1-4, Taf. 17, Fig. 2-9

FRANCIS beschrieb 1983 und 1984 (siehe auch PUGH 1968) einen durch Algen ummantelten fossilen Wald aus dem Purbeck von England. Hier besteht eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Algenstotzenvorkommen von Sardinien (s.u.).

Auch an der Küste von Isle of Wight, am Hannover Point, liegen Stämme z.T. bei Flut unter Wasser am Strand, waagrecht und aufrecht – ein kretazischer Wald mit Koniferen. Die zugehörigen Zapfen liegen nahebei im Sediment und belegen die Gruppe der Gymnospermen (eigene Beobachtungen von Autor GREGOR).

Sehr schöne Stigmarien-Wurzelstubben stammen aus dem Parc Victoria nahe Glasgow (DEVILLE 1991: 21-23, Bild), karbonischen Alters.

Bekannt sind die Treibhölzer aus dem Eozän der Isle of Sheppey mit ihren vielen Bohrmuschellöchern, alle mit gelben Kalzit ausgekleidet (Taf. 25, Fig. 4).

3.1.12 Skandinavien - Dänemark und Schweden

Dänemark: In der Soby-Region nahe Aarhus fanden sich Sequoia-Wurzeln im Sediment auf einem sandigen Paläosol, eindeutig in situ-Bedingungen für die Stämme (vgl. WAGNER & KOCH 1974). Einen Überblick zu lignitisch erhaltenen dänischen Hölzern gab MATHIESEN (1970) und nennt die Taxa: *Taxoxylon*, *Cupressinoxylon*, *Taxodioxylon*, *Glyptostroboxylon*, *Sequoioxylon*, *Sciadopitoxylon* und *Pinuxylon* u.v.m.

Die Publikation von BEUST (1884) beschäftigt sich mit dem Vorkommen von *Araucarioxylon* und *Cupressoxylon* auf Grönland und vergleicht mit rezenten Gattungen, die zwei Fundorte werden aber nicht näher nach in situ-Vorkommen beobachtet.

Schweden: Hier hat CONWENTZ (1892) die fossilen Hölzer bearbeitet.

3.1.13 Spanien - Taf. 20, Fig. 2-4, Abb. 10

Aus dem Gebiet von Puertollano bei Cordoba gibt es fantastische Wurzelstubben im weissen Tuffit – aus karbonischen Ablagerungen (GREGOR et al. 1993). Es handelt sich durchwegs um Reste von Sigillarien und Lepidodendren, die hier auf ehemaligen vulkanisch beeinflussten Böden stockten – und somit autochthon sind (Abb. 10).

Erwähnenswert sind hier die von Autor HOLLEIS auf Börsen gekauften, z.T. opalisierten Kreide-Hölzer von Zaragoza (Aragon), die leider keine näheren Funddaten haben.

Im Gegensatz dazu stehen die in Gips umgewandelten kleinen Reste von unbestimmbaren Hölzern aus dem Messin (Ober-Miozän) von Vilovi de Penedes bei Barcelona (GREGOR & THEWALT 2001: Fig. 44), umgelagerte Pflanzenreste in kalkigen marinen Sedimenten (hier Taf. 13, Fig. 6).

Aus dem obersten Pliozän von Bobila Ordis bei Banyoles können nur lignitisch erhaltene unbestimmte und allochthone Hölzer genannt werden (GREGOR 1993).

Permische Hölzer bearbeiteten VOZENIN-SERRA et al. (1991) aus SE-Spanien.

Kanarische Inseln

Von den Kanaren sind praktisch keine Waldreste bekannt, obwohl man sie in den vulkanischen Ablagerungen dort erwarten könnte. Es ließen sich nur einzelne Kieselhölzer auf Gran Canaria finden (vgl. ROTHE 1996: 158). Wie schnell Stämme auf vulkanischen Ablagerungen absterben können, ist schön bei EYDE & OLSON (1983) von Trinidad beschrieben worden. Ein plötzliches Absinken der Niederschlagsmenge – und schon sterben die Bäume ab – und können fossilisiert werden.

3.1.14 Rumänien

PETRESCU hat 1987 von Cluj die überall häufigen *Carapoxylon*-Reste mitgeteilt. In vielen kleinen Arbeiten werden einzelne Taxa beschrieben, alle aber nicht auf fossile Wälder hindeutend. IAMANDEI & IAMANDEI haben dann 1997 fossile Stämme aus einer vulkanogenen Schichtfolge bei Techereu beschrieben, die in den Übergang Oberes Maastricht – Unteres Paläozän gehört. Diese pyroklastische Fata Baii-Formation wird als unter tropischem Klima liegend und mit Formen wie *Icacinoxylon* und *Laurinoxylon* dargestellt – zwei typische tropische paläogene Taxa (vgl. Rauscheröd, Kap. 3.1.1.2 und GRAGASTAN & PETRESCU 1972). Über miozäne Wälder in Rumänien berichteten die Autoren IAMANDEI & IAMANDEI 2003. Die fossilen Wälder von Zarand, Techereu, usw. (meist miozänen Alters) sind zusammen mit fossilen Hölzern (auch aus dem Jura, der Kreide oder dem Paläogen) mehrfach publiziert worden (IAMANDEI & IAMANDEI 1997, 1998, 2000, 2003, 2005, IAMANDEI, IAMANDEI & GRINEA 2004).

3.1.15 Bulgarien – Abb. 4

Aus Bulgarien, aus der Nähe von Varna, sind ebenfalls eozäne „Steinerne Wälder“ bekannt geworden, deren Säulen bis 6 m hoch und 2,5 m dick sind – die aber als „Rhizoconcretions“ (sensu KINDLE 1925) zu gelten haben (vgl. auch KREJCI-GRAF 1986:316-317 und VACHTL 1934). Nach neueren Daten handelt es sich um „Bubbling Reefs“, durch Mikroben u.a. Formen zementierte Säulen im Zuge austretenden Methangases (vgl. Kap. 4.2.7 und L. DIMITROV, unter Pobitite Kamani, www.varna-bg.com.2000)

3.2 Afrika

Überall in Afrika wurden bisher eine Vielzahl stratigraphisch und taphonomisch verschiedener „Fossiler Wälder“ gefunden.

3.2.1 Äthiopien

Von Omo nennen DECHAMPS & MAES (1987: Tab. 4) einige Hölzer wie *Steganotaenioxylon araliaceum* u.a. Taxa. PRAKASH et al. (1982) publizierten aus dem Tal des Blauen Nils tropische Hölzer wie *Mammeoxylon*, *Cassinium*, *Sapotoxylon*, *Stereospermoxylon* und *Viteoxylon*. Sie sind alle allochthon, stammen aus pyroklastischen Sedimenten und die Autoren geben noch eine Reihe weiterer Fundorte an.

3.2.2 Ägypten - Taf. 28, Fig.1

In Ägypten sind fossile Hölzer seit KRÄUSEL 1939 bekannt. Nahe Maadi und Mokkatam (Cairo, vgl. Taf. 28, Fig.1) sind silifizierte Stämme zu finden mit folgenden Taxa (vgl. auch UNGER 1859): *Dadoxylon*, *Paradoxopteris*, *Palmoxylon aschersoni*, *Acerinium aegyptiacum*, *Caparidoxylon* etc. (DEVILLE, 1991: 29-31, CARRUTHERS 1870 und DERNBACH 1996:82-84). Letztere Arbeit zeigt eindeutig riesige Stämme horizontal liegend (ibid. Bild 2.82) wie wir sie auch aus Libyen kennen (Taf. 11, Fig. 1-4, 6)

STROMER hat (1933, in: STROMER, KRAUT & STORZ) deutlich auf zwei Probleme ägyptischer Kieselhölzer aufmerksam gemacht:

„gewöhnlich keine Spur von Rinde“ (ibid. S.5) und „kommen....aufrecht in situ befindliche Bäume überhaupt nicht in Betracht“ (dito). Damit ist irgendeine Autochthonie dieser Vorkommen eindeutig verneint worden.

Über den näheren Erhaltungszustand der Kieselhölzer Ägyptens sowie deren Entstehung haben STROMER et al (1933) des weiteren referiert.

Von Fayum und anderen Lokalitäten erwähnten BOWN et al. (1982): *Palmoxylon*, *Ficoxylon*, *Combretoxylon*, *Sapindoxylon*, *Bombacoxylon*, *Sterculioxylon*, *Gynotrochoxylon*, *Podocarpoxyton*, *Quercoxyton*, *Atherospermoxylon*, *Leguminoxylon*, *Ebenoxylon* and *Dadoxylon* – aber alle nur als relativ kleine Stücke vorliegend. Eine ähnliche Komposition mit zusätzlich *Nicolia*, *Cupressinoxylon*, *Paradoxopteris*, *Laurinoxylon*, *Proteoxylon*, *Guttiferoxylon*, „*Dombeyoxylon*“ (= *Bombacoxylon*) und *Dipterocarpoxyton* erwähnen einige Autoren aus Baharije und Umgebung (KRÄUSEL & STROMER 1924, HIRMER 1925, STROMER 1936, KRÄUSEL 1939) und gehen näher auf geologische Probleme ein (LEBLING 1919, STROMER 1914). Alle genannten Taxa gehören in die Kreide und liegen nur als mehr oder weniger kleine Stücke vor.

GREGOR (1980b) hat deutlich auf die allochthone Lage der Hölzer in Ägypten hingewiesen und dass keinerlei Anzeichen für autochthone Verhältnisse im Profil zu finden sind. Von diesen Fundstellen hat SÜSS (1987) eine *Cordioxyton barthelii* und eine *Euebenoxylon saharicum* dargestellt.

3.2.3 Libyen - Taf. 18, Fig. 5

Der berühmte fossile Wald von Libyen (CHIARUGI 1928) war schon öfters Gegenstand verschiedener Anschauungen und Bestimmungen: *Palmae*, *Myrianthoxylon*, *Piptadenia*, *Castanola*, *Agelaea*, *Ekebergia*, *Albizzia*, *Dombeya*, *Maerua*, *Ozoroa* vel *Lannea*, *Bridelia*,

Acacia (nach DECHAMPS 1982), und GREGOR & VELITZELOS (1997), Bestimmungen durch H. GOTTWALD fanden nur Leguminosae gen. indet., Monocotyledoneae gen. indet., Salicaceae, *Populus*. Die erstgenannten Bestimmungen von DECHAMPS orientierten sich fälschlicherweise an heutigen afrikanischen Formen (*Bridelioxylon arnouldii*, *Dicrostachyoxydon palaeonyassanum*), wobei das Spektrum unsinnig breit gefasst wurde. Gerade die rezenten Namen bei der Bearbeitung DECHAMPS geben zu denken (Beispiel: *Albizzia zygia*), werden doch normalerweise die Hölzer als *-oxylon* bestimmt (zur Nomenklatur vgl. z.B. LAKHANPAL & PRAKASH 1980). Insofern sind sowohl die Bestimmungen als auch die Interpretation der z.T. pathologischen Zuwachsringe als problematisch anzusehen. Letzteres ist deutlich bei *Phoenix dactylifera* (bei DECHAMPS & MAES 1987: fig. 11) zu sehen, wobei gerade der generische „Level“ stimmen könnte – mehr nicht. Hier dann aus der genauen geographischen Lage der Palme Klimadaten abzurufen ist absolut unglaublich. Trotz verstärkter Suche konnte im Bereich des „Elephant Hill“, wo viele Hölzer vorkommen, kein einziger Stamm in situ gefunden werden – alle z.T. auch riesigen Stämme müssen umgelagert sein (GREGOR & VELITZELOS 1997, Taf. 3, Fig. 3). Sedimentumkrustungen sprechen dieselbe Sprache, ähnlich wie in Ägypten (s.o.). Ein kleines Abstract zur Problematik der Bestimmungen lieferten vor kurzem GREGOR & VELITZELOS 2004 (vgl. Taf. 11, Fig. 1-4, 6).

Manchmal sind die Hölzer so stark umgewandelt, dass keine Bestimmung mehr möglich ist (vgl. GREGOR & THEWALT 2001: Fig. 12) – so z.B. bei Material aus dem Bereich der Oasen Nafoorah und Andjila (BRODT, GOTTWALD & GREGOR 1993).

Sehr viel Material dieser Region liegt im NMA Augsburg.

3.2.4 Tunesien

Die von SCHLÜTER & SCHWARZHANS (1996: 63) angegebenen limonitisierten und silifizierten Reste von Pflanzen aus den Gruppen der Cycadophyta und Coniferophyta gehören nach den Autoren in das Profil von Ksar Krerachfa. Sie zeigen ein Bild von dort – allerdings liegen die Reste wieder frei im Gelände und somit ist nicht ganz klar, ob die Hölzer wirklich in die Kreide-Schicht gehören, oder wieder wie schon bei GREGOR (1980) beobachtet, als verstreute Elemente zu deuten sind. Oligozäne Hölzer nennt GOTTWALD 1969 von dort.

3.2.5 Algerien

Nur wenige Hölzer (*Entandrophragmoxylon* und Meliaceen) sind aus Algerien bekannt, alle umgelagert, also allochthon (LOUVET 1963 und 1968)

3.2.6 Marokko

In Marokko finden sich nur mesophytische allochthone Hölzer wie oft in Nordafrika (vgl. ATTIMS & CRÉMIER 1969): *Dadoxylon*, *Phyllocladoxylon*, *Protocupressinoxylon*, *Protopodocarpoxydon* und einige mehr.

3.2.7 Namibia

Der triassische fossile Wald von Namibia lieferte bisher folgende Taxa: *Dadoxylon*, *Solenoxylon*, *Kaokoxylon* und viele mehr (vgl. ibid. 51-53). Auch hier wieder liegen nur einzelne Stücke im Sediment vor, keine Stämme in situ, keine Wurzeln o.ä. (vgl. DERNBACH 1996: Foto S. 85).

3.2.8 South-Africa

KRÄUSEL hat 1956a den versteinerten Wald aus dem Kaokoveld beschrieben, wobei als Taxa genannt wurden: *Solenoxylon*, *Lobatoxylon*, *Megaporoxylon*, *Kaokoxylon*. Die Abb. 1 zeigt dort ein Profil mit Angabe der Stammreste, nirgends aber wirkliche Wurzelstubben – hier ist die Frage nach dem fossilen Wald zu stellen (DEVILLE 1991: 51-53, Awahuab valley). Des weiteren hat derselbe Lianen und Koniferen aus der Karoo-Formation nachgewiesen (1956b).

Aus „Ost-Pondoland“, dem Gebiet um Port Elizabeth und der Mündung des Umzamba-Flusses (östliche Kap-Provinz) nennt SCHULTZE-MOTEL (1966) fossile Hölzer mit araucarioider Tüpfelung (*Dammaroxylon* div. sp.) und solche mit abietoider (*Podocarpoxylon* div. sp.). Die Fundstellen zeigen „marine Sedimente, Stämme, die N-S-Einregelung aufweisen und aus dem Binnenland in einer Bucht des Kreidemeeres zusammengeschwemmt und dann fossilisiert worden sind“. Dies kann als ein nahe dem Einbettungsort vorhandener Fossiler Wald interpretiert werden – die Umlagerungsstrecke ist aber nicht sicher zu eruieren.

3.2.9 Simbabwe

Ach wenn viele Stämmchen noch Äste aufweisen, so ist auch hier wieder ein in situ-stehen der Stämme nicht zu bemerken (DEVILLE 1991: 55-57, DERNBACH 1996: 86-88).

3.2.10 Madagaskar

Auch bei diesem auf allen Börsen vertretenen Hölzern sind wieder allochthone Bedingungen zu postulieren. Die triassischen Hölzer liegen alle waagrecht im Sediment (ibid.: Abb. 2.98).

3.2.11 Togo

Auch von Togo, wie überall aus Afrika, stammen fossile Leguminosenhölzer (vgl. LAUDOU-ENEIK-DUPERON et al. 1998).

3.2.12 Kongo

Sehr interessante Funde wurden im Kongo getätigt, die die Frage betreffen, wie sich Regenwälder im Laufe der Zeit verändert haben – die vor allem im Hinblick auf die Änderung des keineswegs stabilen Systems in Richtung Savanne. Bei Straßenbauten fanden sich in allochthonen Bodenbildungen (Pedisedimente) subfossile Baumstämme, die zwischen 36 000 und 13 000 Jahren alt waren. Ein Wechsel dieser zu verschiedenen Vegetationssystemen gehörigen Baumstämme von Waldinseln und Galeriewäldern zu Savannenflecken im Laufe von Jahrtausenden wurde mit Hilfe der C₄ und C₃ Daten gewonnen und zeigt schön die Problematik eines fossilen Waldes in der Zeit, abgelagert in allochthonen Sedimenten (vgl. dazu RUNGE 2002: 57-64, Abb. 5).

3.3 Asien

Monographische Bearbeitungen von Hölzern aus SE-Asien legte KRAMER (1974a, b) vor.

3.3.1 Türkei – Taf. 35, Fig. 1, 2

Nahe Istanbul und Ankara sind zwei Fundstellen, die z.T. opalisierte Hölzer in kleinerem Maßstab geliefert haben – wieder allochthone Stämme ohne Wurzeln. Wacholder und Zypressen sollen u.a. vorhanden sein (vgl. zu allem DERNBACH 1996: 126-131). Zusätzlich konnten DERNBACH & GREGOR (1995: 38,39) an der weißen Verwitterungsrinde von solchen Hölzern verkieselte nadelförmige Reste von Tracheiden usw. feststellen, eine Erscheinung, die bisher wohl übersehen wurde. Ebenso interessant sind die wieder verheilten Splitterwunden und Holzrisse im Opal – Zeugen katastrophaler vulkanischer Ereignisse (Taf. 35, Fig. 1,2).

Von Yakuplu nahe Istanbul sind lignitisch erhaltene Hölzer aus Sarmatischen Kiesen bekannt geworden, die durch überlagernde vulkanische Aschen z.T. opalisiert sind (BUURMANN 1975).

3.3.2 Indien

Die wichtigste Literatur wurde von Kollegen aus dem Birbal Sahni Institute of Palaeobotany publiziert, wobei auch hier wieder praktisch niemals irgendwelche Reste von Wäldern, sondern nur einzelne Hölzer gefunden wurden. Nach eigenen Untersuchungen kommen die Kieselhölzer aus der Umgebung von Lucknow (Prantik, Ballarpur und Supur (Aufsammlung

GREGOR 1996, Exkursion E 768) in allochthonen Sedimenten wie Sanden, Silten und Konglomeraten vor. Im Universitätsbereich von Lucknow stehen und liegen massenhaft fossile Hölzer und große Stämme, die aber alle keine genauen Funddaten aufweisen. Autochthonie der Hölzer konnte in keinem Falle bewiesen werden.

Einige wichtige Literaturstellen seien hier kurz genannt, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben:

BANDE & KHATRI 1980, BERA & BANERJEE 2001, DAYAL 1968, LAKHANPAL et al. 1981, LAKHANPAL & PRAKASH 1980, MAHABELÉ 1958, NAVALE 1962, PRAKASH et al. 1986, PRAKASH & DAYAL 1965, PRAKASH 1976, SAHNI 1964, SCHENK 1882.

Sehr viel Material dieser Region liegt im NMA Augsburg, speziell aus dem Gebiet Lucknow. Hier hat Kollege RAY die in Schottern liegenden allochthonen Kieselhölzer (meist handspannlang) vom Shanti-Kanal (Amarkutir) bei Prantik nahe Santiniketan vorgeführt. Daß auch große Stämme vereinzelt vorkommen, die alle eine glattgeschliffene Oberfläche zeigen, lässt ahnen, welche Energie die riesigen indischen Flüsse gehabt haben und noch immer haben. Das Alter der Hölzer ist ungewiß und kann nur als wahrscheinlich tertiär angegeben werden, nachdem auch Angiospermen vorhanden sind.

3.3.3 Myanmar (Birma)

GOTTWALD (1994) publizierte aus Myanmar (Birma), aus den kiesführenden Irrawaddy beds im Chindwin-Becken eine Holzflora mit: *Mangiferoxylon*, *Careyoxylon*, *Bombacoxylon*, *Anisopteroxylon*, *Dryobalanoxylon*, *Calophylloxylon*, *Copaiferoxylon*, *Cynometroxylon* und anderen Caesalpinideae und Mimosoideae, *Pometioxylon*, *Duabangoxylon*, *Heritieroxylon*, *Grewioxylon* und *Tetrameloxylon*, alles tropische Taxa ähnlich denen von Guatemala (in Bearbeitung GREGOR & GULERIA), Helmstedt oder Rauscheröd. Die Aufsammlung wurde von Kollegen H. J. UNGER vor vielen Jahren gemacht (zur Geologie vgl. ders. 1989 und 1996). Auch bei dieser birmesischen Holzflora spricht GOTTWALD (1994: 5) eindeutig von Umlagerung älterer Funde in die mittelmiozänen Kiese der oben genannten Serie – was durch die geologischen Notizen UNGERs ergänzt wird (1996: 68-101, Material im NMA Augsburg). Aus weiteren Vorkommen Myanmars sind des weiteren noch bekannt: *Palmoxylon* div. Spec., Anacardiaceen, *Swintonioxylon*, *Terminalioxylon*, *Dipterocarpoxyton*, *Shoreoxylon*, *Lagerstroemioxylon*, *Sterculioxylon* u.v.m. – alles stark subtropisch-tropisch geprägte Formen (vgl. u.a. PRIVE-GILL et al. 2004).

3.3.4 China (Abb. 8, 9)

Der versteinerte Wald von Xinjiang lässt sich als echter fossiler Wald rekonstruieren, da Stämme sowohl aufrecht als auch liegend zu sehen sind (DERNBACH 1996: Bild 2.125 und 2.123). Vorwiegend Kiefern bildeten diesen jurassischen Wald.

Aus der Coll. SCHMIDT (Kitzingen, jetzt im NMA Augsburg) stammen schön verkieselte und bestimmbare Holzstammreste von Protopinaceen bzw. Ginkgoaceen, mit z.T. auffällig feinjähriger Struktur (kleiner 1 mm, det. H. GOTTWALD) – leider ohne genaue Funddaten. Auf jeden Fall gehören die Stücke in ältere Schichten als Tertiär.

ZHIMING & MILNER zeigen (1988) sehr schöne, farbige und große Kieselholzstämme auf der Shishugou Formation aus dem Junggar-Becken im Norden des Landes. Auch hier wieder sieht man riesige Stämme ohne einen einzigen in situ-Fund auf der Oberfläche des wüstenhaften Areals – zeitlich in den Ober-Jura gehörig (Koniferen?).

Neuerdings haben WU QUICHENG (2002: 132-135, 3 Abb.) und ZHANG HE (2001: 352-355) den erstaunlich gut erhaltenen echten Fossile Wälder publiziert. Hier sind in Liaoning eine ganze Reihe von Bäumen (ca. 40!) aufrecht stehend mit Wurzelstubben zusehen, ebenso wie im Botanischen Garten zu Shenyang (Fossil Wood Forest Island) und im Xianhu Fossil Forest von Shenzhen Guangdong (Shenzhen Fairy Lake Petrified Forest). Die Taxa sind bestimmt als *Protocedroxylon*, *Protosciadopityoxylon*, *Taxoxylon*, *Protopodocarpoxyton*,

Xenoxylon und *Phyllocladoxylon* incl. *Protophyllocladoxylon* und werden dem Unteren bis Mittleren Jura (160-170 Mill. Jahre) zugerechnet.

3.3.5 Japan (Abb. 11)

In Japan gibt es eine Menge fossiler Hölzer, leider wie immer wieder ohne Angaben zur Allochthonie oder Autochthonie der Befunde: KOBAYASHI & SUGAWA 1959, SHIMAJI 1959, SUZUKI 1985, WATARI 1941, 1952.

Einen holozänen „Wald“ kann man im Holozän von Hanayashiki (Kawanishi City) in der nördlichen Tiefebene von Osaka vermuten – dort wurden Baumstämme im Torf gefunden, allerdings waagrecht liegend. Wie bei uns in Mitteleuropa handelt es sich um sog. Mooreichen, die zu folgenden Taxa gehören: *Quercus* (*Cyclobalanopsis*), *Zelkova serrata*, *Camellia*, *Aesculus turbinata* und *Trachelospermum asiaticum* (Abb. 11).

3.3.6 Vietnam

Braunkohlehölzer nennt VOZENIN-SERRA 1981 vom Plateau Di Linh, aus dem Pleistozän solche von Binh Thang (VOZENIN-SERRA et al. 1991).

3.3.7 Java Taf. 34, Fig. 2-4, 36, 37)

Neuerdings kommen schöne farbige Hölzer aus Tuffiten und anderen Pyroklastika West-Javas auf die Börsen. Sie sind eindeutig vulkanisch beansprucht (Taf. 34, Fig. 2-4) und fluviatil umgelagert. Einige Reste stecken noch in Pyroklastika und beweisen diese spezielle Fazies der Umlagerung. Eine Bestimmung der Reste liegt noch nicht vor – es handelt sich aber eindeutig der Struktur nach um tropische und subtropische Taxa, darunter diverse *Palmoxylon*-Stubben, die aber Abrollungen zeigen (Mat. OUDHUIS, Taf. 36, 37).

KRÄUSEL hat (1925) die alten Bestimmungen GÖPPERTS (Tertiärflora Javas von 1854) revidiert und drei tropische Arten von *Dipterocarpoxydon spectabile*, *D. moroides* und *D. goepperti* mit großlumigem Holz nachgewiesen.

3.3.8 Thailand

Plio-pleistozäne Hölzer stammen auch aus Thailand, von Sarapee (vgl. VOZENIN-SERRA & PRIVE-GILL 2001).

3.4 Amerika

Amerika ist nicht nur wegen seiner Nationalparks mit z.B. den „Redwoods“ (Mammutbäume) berühmt geworden, sondern auch wegen der darin auftretenden Fossilen Wälder.

3.4.1 Nord-Amerika – Abb. 6-4, Abb. 7, Taf. 33, Coverbild

Einen Überblick über Nordamerikanische Fossile Wälder findet man in DERNBACH (1996: 20-63), wenn auch wieder nichts über die gesamte Umlagerungs-Problematik zu erfahren ist. Einige Beispiele zur Problematik der horizontalen oder vertikalen Stämme seien hier gebracht: Im Yellowstone National Park zeigen die Abb. 2.32, 2.35 und 2.33, dass es dort aufrechtstehende Stämme in situ gibt – ein schönes Beispiel für klare Verhältnisse – wir haben einen echten fossilen Wald vor uns (vgl. auch DEVILLE 1991: 33-38) mit einem stubbenführenden Profil und einem senkrecht in situ stehenden *Pityuxylon*-Baum (ibid. Abb. S. 35 und 37). Auch in den Florissant Fossil Beds (Colorado) zeigen die Aufnahmen 2.1, 2.2 und 2.3 ähnliches, nämlich aufrechtstehende Stubben in situ. RANSOM hat (1955) alte Fotos aus dem Florissant Fossil Forest mit riesigen aufrecht stehenden Stubben gebracht, darunter das berühmte „Trio“ (vgl. Abb. 7-1 und 2).

Allgemeines über fossile Hölzer bringen DANIELS 1998 und DEVILLE 1991. Eine Hohlraumausfüllung eines Baumes in Lava erwähnt RANSOM (1955) aus dem Lava Land von Oregon (Abb. 7-4).

Der miozäne *Ginkgo* Petrified Forest in Washington führt *Magnolia*, *Pseudotsuga*, *Abies*, *Pinus*, *Carya*, *Juglans*, *Ambertree*, *Platanus* und *Sequoia* (Bestimmungen, aber alle als horizontal liegende Stämme (vgl. DERNBACH 1996: 43)- wenigstens ist kein Stamm eindeutig aufrecht in situ zu sehen – nur vertikal hingestellte Stämme findet man ja massenweise.

Einen speziellen, sehr alten „Wald“ zeigt DEVILLE (1991: 43-46) von Gilboa – Wurzelstubben und Stämmchen von *Eospermatopteris*, *Lyginodendron*, *Dadoxylon* u.a.

In der Green River Formation (Eozän, Wyoming) fanden sich *Palmoxylon*-Hölzer (vgl. TIDWELL et al. 1973), gut erhaltene *Rhizopalmoxylon* – Arten in der Dipping Vat Formation von Utah (TIDWELL et al. 1972).

In Oregon fand MANCHESTER (1979) ein Holz von *Triplochitioxylon oregonensis* (Sterculiaceae) im Eozän, PAGE (1964) eine exotische Rosacee *Lyonoathamnoxylon* im Pliozän von Nevada.

Einen sehr schönen Überblick über nordamerikanische „Wälder“ bringt RANSOM (1955), wobei sie auf paläozoische ebenso eingeht wie auf Verkieselung, Bestimmung und Befall von Tieren. Die Auflistung ist erstaunlich, was die Mannigfaltigkeit der Wälder angeht: Utah Petrified Forest, Wyomings Stone Forest, Saddle Mountain and Owyhee Countys Fields, Lava Lands Woods, Black Rock Forest, Stone Redwoods of California u.v.m. (vgl. Abb. 7-1 bis 7-4). **Nevada (Taf. 33)**

Im Virgin Valley (Humboldt-County, Nevada) steht ein riesiger Baumstubben in-situ, verkieselt (Foto auf dem Cover von G. SEIDL und Taf. 33, Fig. 1) und umgeben von opalisierten Hölzern kleineren Ausmaßes. Das Alter der Ablagerungen ist nach DERNBACH 1996: 50-55 Mittel-Miozän, etwa 15 Mio. Jahre alt. Die Komposition der Stämme und Hölzer soll nach diesem Autor folgendermaßen sein: Fichte, Zeder, Sequoia, Lärche, Ginkgo, Kastanie, Birke, Ulme, Eiche. Selbstverständlich müssten alle Endungen auf *-oxylon*, z.B. bei *Sequoioxylon*, sein. Kastanie ist nach Meinung Autors GREGOR als Bestimmung sicher falsch, denn bei Vorliegen der Gattung *Castanoxylon* käme sicher noch die rezente Gattung *Castanopsis* ins Spiel – was eine eindeutige Kastanie ausschließt. Möglicherweise ist auch *Quercioxylon* keine solche, sondern als *Castanoxylon* (ex grupo *Castanopsis*) zu sehen – ohne neuere Untersuchungen ist diese Flora so nicht interpretierbar. Interessanterweise kommen fast nur gemäßigte Elemente in der Flora vor, keine exotischen. Ob solches als topographisches Höhenproblem oder als echtes Klimaproblem zu interpretieren ist, muss hier offengelassen werden. Zu erwarten wären mehr subtropisch geprägte Formen im Jungtertiär Amerikas – andererseits kommen auch im Ginkgo Petrified Forest (vgl. oben) ähnliche Formen vor (siehe oben). Ein umgestürztes Exemplar eines großen Stammes ist auf Taf. 33, Fig. 2 zu sehen.

Kalifornien

PAGE hat in mehreren Publikationen Kieselhölzer aus Nord-Amerika (Kalifornien) beschrieben (1967, 1970, 1979, 1980), darunter auch speziell kretazische Hölzer (PAGE 1970). Einen interessanten Wald finden wir in Kalifornien (Calistoga), bei dem die entwurzelten Bäume alle noch entgegen der Richtung der Katastrophe, hier eines Vulkanausbruchs, liegen. Auch hier fehlen wieder in situ-Stämme (DERNBACH 1996: 48,49), wenn auch aufgrund der bis zu 42 m langen Stämme nur eine geringe Umlagerung über wenige km zu vermuten ist.

Arizona

Die versteinerten Wälder aus der Trias von Arizona wurden durch L. & C. BOWMAN (1992) publiziert (vgl. Näheres auch bei DERNBACH 1996: 56-63). Hier ist eindeutig kein echter fossiler Wald vorliegend – die flachliegenden Stämme beweisen dieses umgelagerte Ökosystem (DEVILLE 1991: 39-42). Hier zitiert DERNBACH (1996: 58, 59) ganz richtig die Lehrmeinung, dass aufgrund fehlender Wurzelbereiche bei den Stämmen mit einer Entfernung von ca. 150 km bis zum ehemaligen Wald zu rechnen ist. Die Umlagerung durch „gewaltige Wassermassen“ erscheint plausibel. Einen riesigen Stamm, horizontal liegend, zeigt RANSOM 1955 vom Rainbow Forest dort (Abb. 7-3).

Vor kurzem kam ein Band über fossile Hölzer heraus, wo auf diesen triassischen Wald speziell eingegangen wird (vgl. WRIGHT in DERNBACH & TIDWELL 2002).

3.4.2 Zentral-Amerika

SELMEIER (1986: 63) erwähnt fossile Hölzer von Antigua, den Kleinen Antillen, Mexico und Kuba. Einen umfassenden Bericht über Kieselhölzer aus Guatemala geben in Kürze GREGOR et al (2004/5), wobei jetzt schon klar ist, dass es sich in keinem Falle um einen fossilen Wald handelt (Aufsammlung GREGOR 1994, Exkursion 737, Material im NMA, vgl. Taf. 10, Fig. 1, 2, Taf. 12, Fig. 1,2). Ein einziges Kieselholz, eine Euphorbiacee (freundl. Bestimmung Prof. GOTTWALD), ist bis jetzt aus Costa Rica bekannt geworden, wenn auch viele noch unbestimmte im Nationalmuseum in San Jose liegen (GREGOR, in Vorb.).

3.4.3 Süd-Amerika

Aus Kolumbien sind Vorkommen fossiler Hölzer eher spärlich und beschränken sich auf wenige Taxa: *Goupioxylon stutzeri* (Celastrales), *Protophyllocladoxylon rosablancaense* (vgl. PONS 1969, 1971, Miozän und Mesophytikum). Amazoniens Wald (Brasilien) wurde von DETIENNE & JAQUET 1983 näher untersucht. DERNBACH (1996: 64-81) erwähnt aus dem Mesophytikum Brasiliens Hölzer, darunter Araucarien.

Argentinien

DERNBACH geht in DERNBACH & TIDWELL (2002) bei der Beschreibung des fossilen Waldes vom Rio Negro leider überhaupt nicht auf die Geologie ein, sondern bezeichnet die herumliegenden Stämme einfach als kreidezeitlich. Es erwähnt keinerlei Reste in situ und man könnte durchaus, wie auch in der Sahara von einer verblasenen tertiären Decke ausgehen, aus der die Stämme herkommen. Eine Mischung und evtl. Umlagerung der Hölzer lässt sich somit nicht ausschließen, denn gerade die gut entwickelte Palme gibt zu denken.

Die Bilder 2.57, 2.66 und 2.67 (DERNBACH 1996) zeigen eindeutig nur horizontal liegende Stämme bei den argentinischen Versteinerten Wäldern, also wieder allochthone Bedingungen - gleiches gilt auch für Brasilien (ibid.:81).

Aus Argentinien stammen übrigens die bekannten fossilen *Araucaria*-Zapfen, von Cerro Cuadrado in Patagonien - z.T. an Ästen anhängend, aber wieder allochthon (DEVILLE 1991: 47-50) - die Bestimmung der Zapfen möge die der Hölzer ergänzen. Das Alter ist nicht ganz klar und könnte Kreide oder Eozän sein. Von Patagonien nennt auch DEVILLE (1991: 47-50) aus der Kreide oder dem Eozän (?) Hölzer.

Auf mehrfachen Reisen in Patagonien hat Kollege MAYR Kieselhölzer mitgebracht, die hier kurz erwähnt werden sollen, um regional die Funde ergänzen zu können. Die interessantesten Funde betreffen *Nothofagus*-Hölzer (Bestimmung Prof. GOTTWALD) von der Laguna Potroc Aike, ca. 50 km W des Rio Gallegos. Sie liegen oberflächlich auf der Santa Cruz Formation (Miozän), könnten aber auch aus den pleistozänen Moränen stammen. Interessant sind sie deshalb, weil heute wegen der trockenen Westwinde keinerlei Baumbestand im Gebiet zu finden ist. Weiter nördlich ist das Vorkommen von wieder horizontal liegenden verkieselten Stämmen (Jura, Kreide?) eines dort ausgeschilderten „Fossilen Waldes“ zu erwähnen, der zwischen Lago Argentino und Lago Viedma zu finden ist. In beiden genannten Fällen gibt es keine aufrechten in-situ-Stämme - beide sind also allochthon.

Chile

Aus Chile wird das Vorkommen eines fossilen Waldes gemeldet, bei dem der tertiäre Waldboden verkieselt zu sein scheint. Die in situ Stämme gehören zu Koniferen vom Typ *Podocarpus*, aber auch dicotyle Hölzer wurden gefunden. Die Fossilien sind von Roterden bedeckt und der Wurzelhorizont wird mit dem des Baltischen Bernsteins verglichen (WETZEL 1962). PONS & VICENTE (1985) publizierten einen fossilen *Nothofagus*-Wald mit *N. aconcaguense* in Chile. NISHIDA et al. nennen versteinerte Pflanzen ebenda (1990).

3.5 Australien und Neuseeland

Von Queensland, Tasmanien und Neuseeland liegen schöne Stämme vor (DEVILLE 1991, DERNBACH 1996: Abb. 2.121 und 2.122), die aber auch wieder nicht in situ stehen. Einen mio-pliozänen fossilen Wald in situ (opalisiert) erwähnt BANKS (1949) aus vulkanischen Ablagerungen der Macquarie Plains (Tasmanien) – mit aufrecht stehenden Stämmen von *Cupressinoxylon hookeri*. Triassische Hölzer nennen VOZENIN-SERRA & GRANT-MACHIE (1996) aus Neuseeland (Murihiku).

Neuseelands „Ancient Kauri Kingdom“

Sog. Moor- bzw. Sumpf-Kauri (Fam. Araucariaceae: *Agathis australis*) von Awanui bei Kaitaia auf Neuseeland sind nur etwa 30 000 - 50 000 Jahre alt und somit subfossil. Diese im sog. „Ancient Kauri Kingdom“ vorkommenden „huge stumps and logs“ werden von einem „natural buried forest“ stammend angesehen, der zusätzlich zu den Stämmen Blätter, Zapfen und Rinde geliefert hat. Nach den Abbildungen (hier Abb. 3-3) zu schließen sind die Stämme wirklich nicht sehr weit in dem lokalen Sumpfgebiet befördert worden, sondern wohl ausschließlich als eu- bis hypautochthon anzusehen. Das Holz ist noch gut bearbeitbar (Flyer „The ancient Kauri Kingdom“).

Auch aus dem Yalloum-Kohlefeld von Australien kommen Kauribäume ans Tageslicht, allerdings etwa 30 Mio. Jahre alt (freundl. mündl. Mitt. ZIMMER), ebenso wie die subfossilen Totaras (*Podocarpus totara*) vom Kina Beach bei Nesson, die etwa 35 000 Jahre alt sein sollen und schwarze Verkieselungen aufweisen.

Australische „Pinnacles“

Die „Pinnacles“ (Taf. 26, Fig. 1) vom Cervantes National Park (245 km N of Perth) sind nach Internet-Bildern zu schließen ähnlich erhalten wie die aus Libya – nämlich als „Steinkerne“ von Stubben, also den fossilisierten Stammbasen von Bäumen, die aufgrund der Kontinentaldrift in arides Klima kamen und abstarben. Dabei hatten sich aber die Basen als Sandsteine aufrecht im Sediment erhalten. Sie sind nicht zu verwechseln mit den „Pinnacles“ vom Nambung National Park, die sich völlig anders gebildet haben (limestone pillars).

Eine kurze Notiz von BANKS (1949) gibt einen Eindruck von einem echten in situ-Wald mit vulkanischer Überdeckung im Tertiär Tasmaniens. Die Stämme stehen aufrecht in einem tonig-sandigen Bodenhorizont.

3.6 „Antarctica“ – Abb. 6-3

Einen überraschend guten Zustand aufrecht stehender Stubben und Bäume zeigt der fossile Wald von Alexander Island (gehört zu England), aus kretazischen Ablagerungen. Die frühkreidezeitlichen Formen waren mit *Circoporoxylon*, *Phylocladoxylon* und *Protocupressinoxylon* zu vergleichen, sind also Gymnospermen. Die Stämme stehen eindeutig in Paläoböden und die Wurzeln spreizen sich horizontal aus (JEFFERSON 1982).

Abb. 1 (rechts): Belege für Fossile Wälder und Stämme aus Tertiär und Karbon

1-1: Baumstumpf in situ aus der niederrheinischen Braunkohle
(aus DACQUE 1939, Abb. 192)

1-2: Österreichischer Braunkohlenwald in situ – Wiener Neustadt
(aus ABEL 1927, Fig. 175)

1-3: Wurzelstubben mit Stammrest aus dem Steinkohlenrevier von Zwickau
(aus DACQUE 1939, Abb. 194)

1-4: Stigmarien und Stammbasis aus der Steinkohle von Yorkshire (England) mit einem Durchmesser von 9 m (aus DACQUE 1939, Abb. 195)



Abb. 192. Aufrecht an Ort und Stelle seines ehemaligen Wachstums liegender Baumstumpf in einem rheinischen Braunkohlenlager. (Phot. Prof. Kallier.)

1

2



Fig. 175. Sumpfpflanzenstämme im Braunkohlengraben von Zillingdorf bei Wien-Neustadt in Niederösterreich. Die Stämme wurzeln im Flöz, das von einer Tonschicht überdeckt ist, die die Stämme umhüllt. (Phot. von F. Hanitschka, Wien.)

3

4

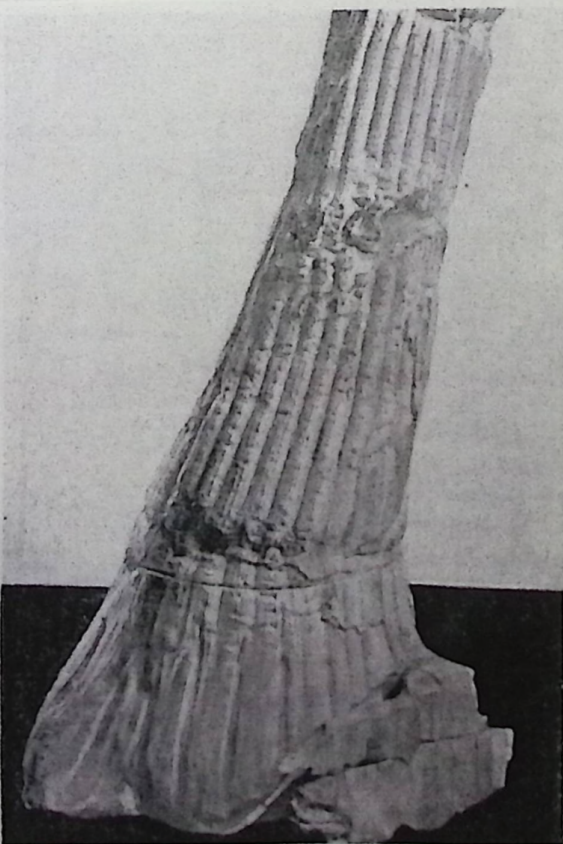


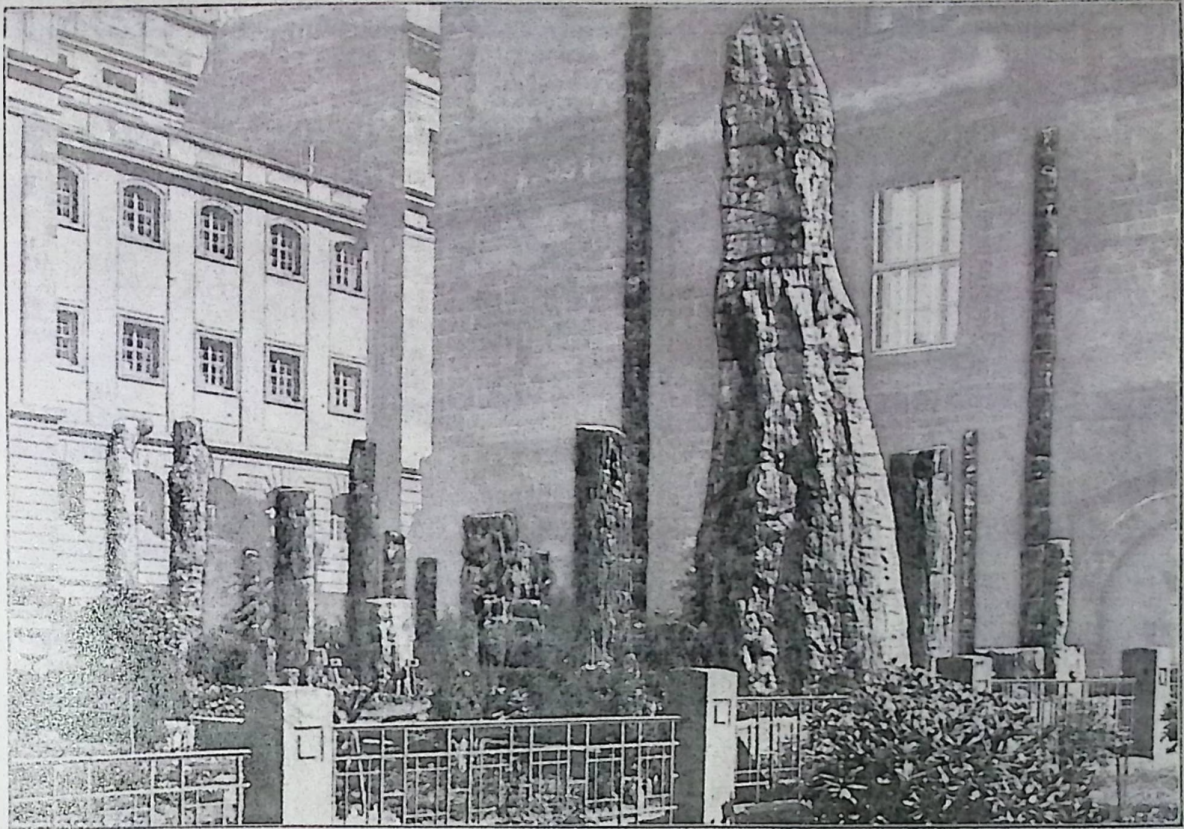
Abb. 194. Stamm vom Egelbaum (Sigillaria) aus dem Steinkohlenteiler von Zwickau. Aufrecht gefunden im aufstehenden Elsenstein. (Aus H. Potonié 1910.)



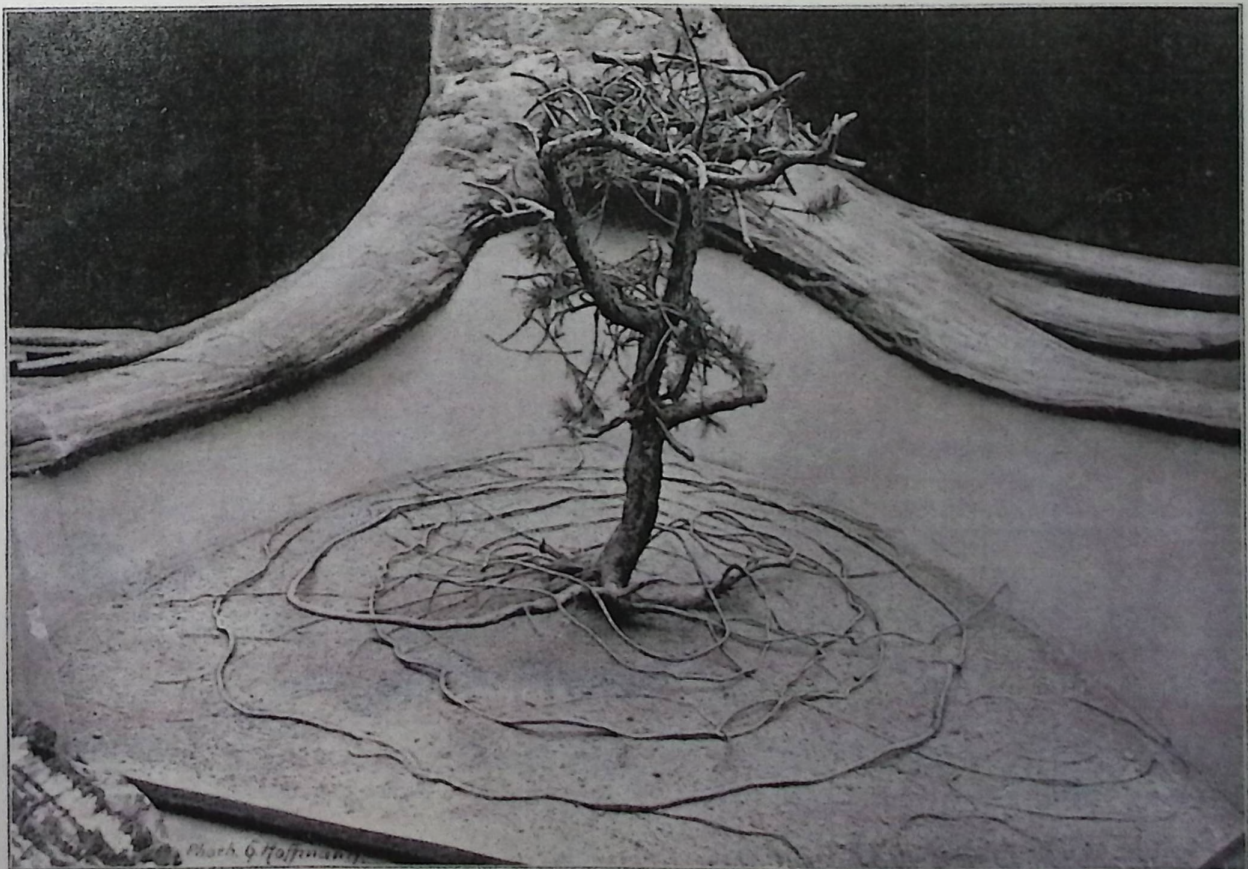
Abb. 2 (rechts): Stämme als Ausstellungsstücke

2-1: Araucarienverwandte *Dadoxylon*stämme aus dem Rotliegenden von Chemnitz, z.T. mit deutlichen Stammbasen, aber im nachhinein senkrecht aufgestellt. Kein Beweis für in situ-Vorkommen der Stämme. Länge bis 20 m (Abb. aus GOTHAN et al. 1913)

2-2: *Stigmaria*-Wurzeln freigelegt (Steinkohle, Hintergrund) und Wurzelgeflecht einer Hochmoorkiefer (Rezent, Vordergrund) – Ausstellung in der Geol. Landesanstalt in Berlin (Abb. aus GOTHAN et al. 1913)



1 Gruppe von vertieftesten Stämmen (*Araucarioxylon*) aus dem Rotliegenden von Chemnitz
 Der große Stamm rechts ist 7,5 m hoch, 5,25 m Umfang; der große Stamm in der Mitte 20 m lang
 Mit frebl. Erlaubnis von Herrn Prof. Sterzel in Chemnitz



2 Seitenansicht des großen *Stigmarioxylon* mit Stamm im Lichthof der Geologischen Landesanstalt in Berlin
 Davor eine kleine *Hochmoortiefer*, ebenfalls mit horizontal ausgebreiteten Wurzeln

Abb. 3 (rechts): Fossile Baumstämme – alte und neue Funde

3-1 und 3-2: Stämme aus der Schweizer Molasse – verlorene Belege

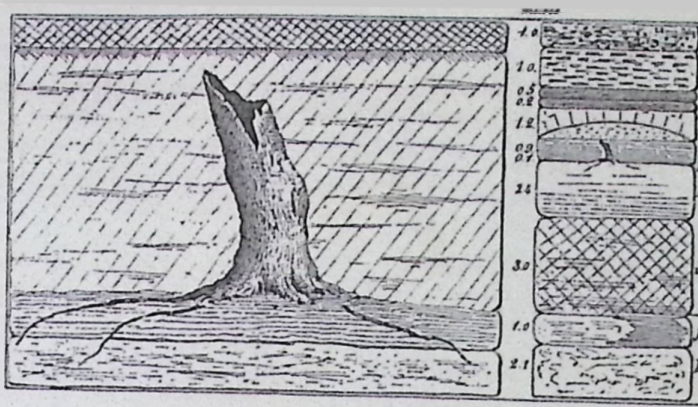
3-1: Im Tunnel von Lausanne, in der Grauen Molasse 1854 gefundener Stammrest in einem Paläosol

3-2 : Palmenstamm mit seinen Blättern, in La Borde 1885 gefunden. Graue Molasse von Lausanne (Oligozän)

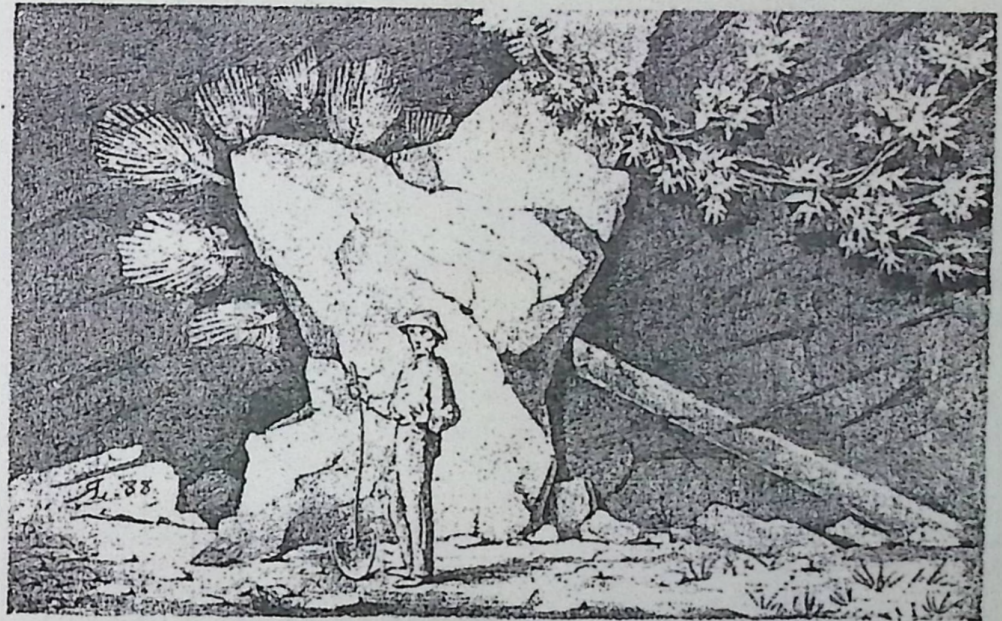
3-3: Ancient Kauri Kingdom – Handicraft heute

3-3: Subfossiler Torf von Awanui (Australien) mit riesigen Kauri-Stämmen (*Araucaria*) – (Ausschnitt aus dem Flyer)

1



2



3



UNIQUE RARE RESOURCE

ature buried the forests in a chemical cocoon so
surprisingly balanced that the fallen trees, including
leaves, cones and bark, lay preserved until the present.

ge stumps and logs are laboriously winched from
all swampland (pictured) and transformed by
specialist crafts people into a high quality, unique and
e product.



Seed Pod crafted by Alby Hall

HEIRLOOMS

We manufacture and market an extensive range
of high quality furniture and woodcraft products
from what is regarded as the oldest workable
timber in the world.

The Kauri is milled from remnants of huge trees
that were felled by unexplained cataclysms some
30,000-50,000 years ago.

These products will remain as investments and
heirlooms for generations to come.



Nikau Dining Suite: This Ancient Kauri table was inspired by the NZ
native palm tree.



Kauri Sofa - Another amazing piece of unique, handcrafted furniture.

Abb. 4 (rechts): „Steinerner Wald“ von Bulgarien

4-1: Steinsäulen mit innerem Hohlraum (nach VACHTL 1934, Abb. 3) – ein Algaesilva??

4-2: Steinsäule im Größenvergleich (nach VACHTL 1934, Abb. 2)

4-3: Einzelne Steinsäule (nach VACHTL 1934, Abb. 4)



1



2



3

Abb. 5: Fossile Baumstämme

5-1: Baumstämme aus der Kiesgrube WISSMAR bei Gießen im Lahntal (aus HENNINGSEN & MÄCKEL 1969: Abb. 2)

5-2: Versteinerter Stamm aus Chemnitz von 1752 (aus GRÖLL 1759); man beachte die Wurzeln und die Dicke des Stammes, vermutlich eine Konifere – ein in situ-Fund

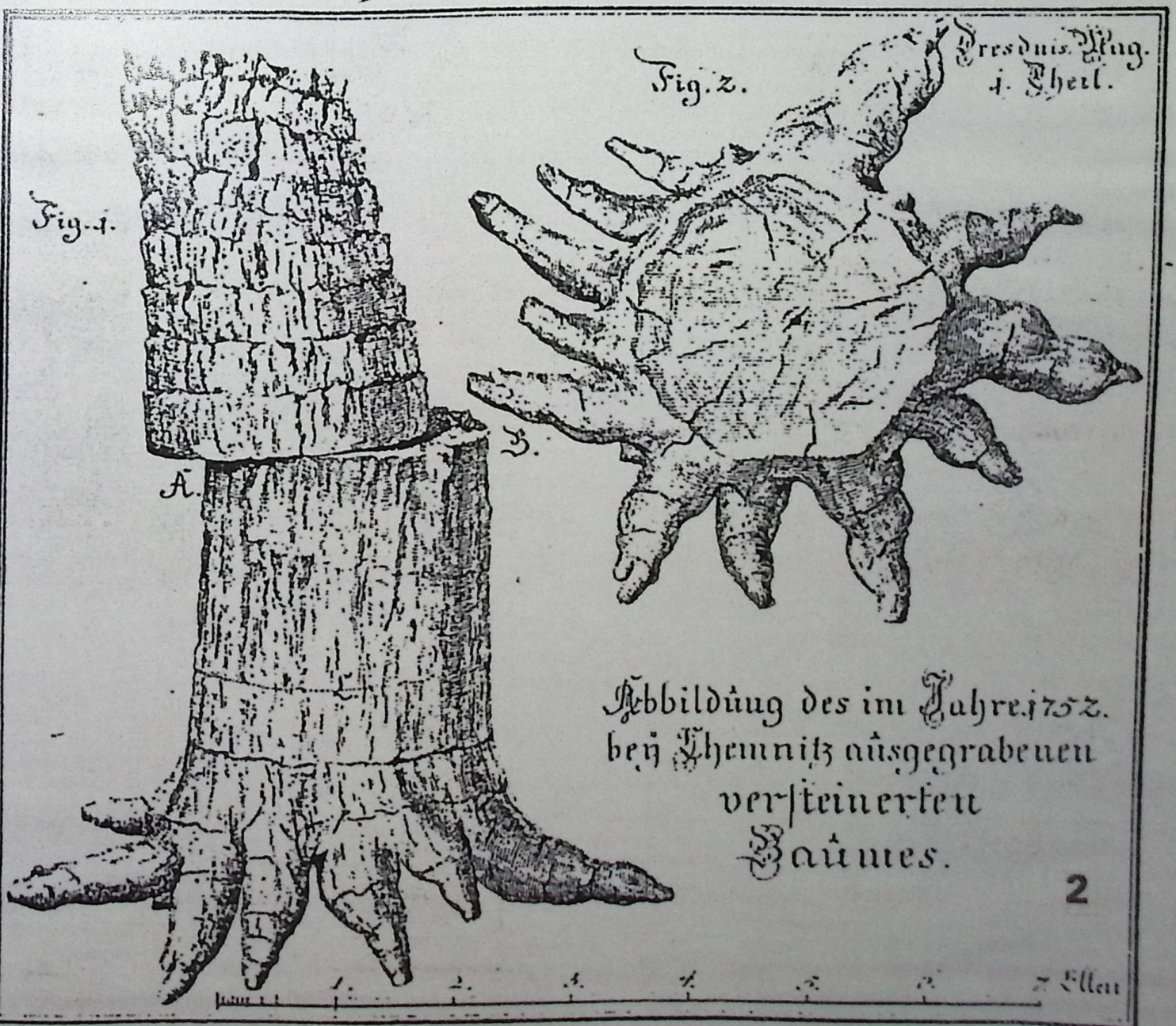


Abb. 6: Profile mit fossilen Stämmen und „Pseudostämmen“

6-1: Baumförmiger Auswuchs untermeerisch im Kattegatt, ein „Pseudostamm“ eines „methan seeps“ (verändert nach JENSEN et al. 1992: 106)

6-2: Ausschnitt einer Rekonstruktion einer zylinderförmigen Säule eines „Bubbling Reef“ (verändert nach JENSEN et al. 1992: 105)

6-3: Geologisches Kreide-Profil mit Paläoböden (Linie), Tuffhorizont (Haken) und Stämmen eindeutig in situ; Titan Nunatak, Alexander Island, Antarktis (aus JEFFERSON 1982)

6-4: Profil mit 660 m aus dem Yellowstone Parc (USA) mit übereinanderstehenden Stämmen in situ (verändert nach HOLMES 1878 in DEVILLE 1991) – ein echter fossiler Wald in mehrfachen Phasen

Abb. 7: Unbekannte Fossile Baumstämme in Amerika

Fotos verändert aus RANSOM 1955

7-1: Baumstamm von Florissant, Colorado (USA), mit einem Durchmesser von 55 Fuß und einer Höhe von 10,5 Fuß; geschätztes Gewicht 140 Tonnen

7-2: „Trio“ aus dem Florissant Fossil Forest (USA) mit vorzüglicher Erhaltung nach tausenden von Jahren der Verwitterung

7-3: Ein gefällter Gigant, „Old Faithful Log“ aus dem Rainbow Forest Arizonas (USA)

7-4: „Tree cast“ (Hohlraumumhüllung eines Stammes mit Lava) im Oregon Lava Land bei Bend (USA), z.T. mit Chalcedon und Achat gefüllt.



1



2



3



4

Abb. 8: Fossile Wälder in China

Fotos verändert (verändert nach WU QUICHENG 2002: 132, 133)

8-1 bis 3: Wurzelstubben und Stämme des Fossilen Waldes von Liaoning im Botanischen Garten von Shenyang (Fossil Wood Forest Island)

8-1: aufrecht stehende Stämme mit Ästen – Detail

8-2: Liegender Stamm, kleine Stubben und Hintergrund-Wald

8-3: Gesamtansicht des Fossilen Waldes von Liaoning



1

2



Abb. 9: Fossile Wälder in China

Fotos verändert (verändert nach ZHANG HE 2001: 352-355)

9-1: Einige Stämme des Fossile Waldes im Park des Shenzhen Fairy Lake Petrified Forest

9-2: Gesamtansicht des Fossilen Waldes von Shenzhen, mit breiten Wurzelbasen (Brettwurzeln) und z.T. mit Ästen



1



2

Abb. 10: Aufrecht stehende Stubben in der Kohle des Karbons

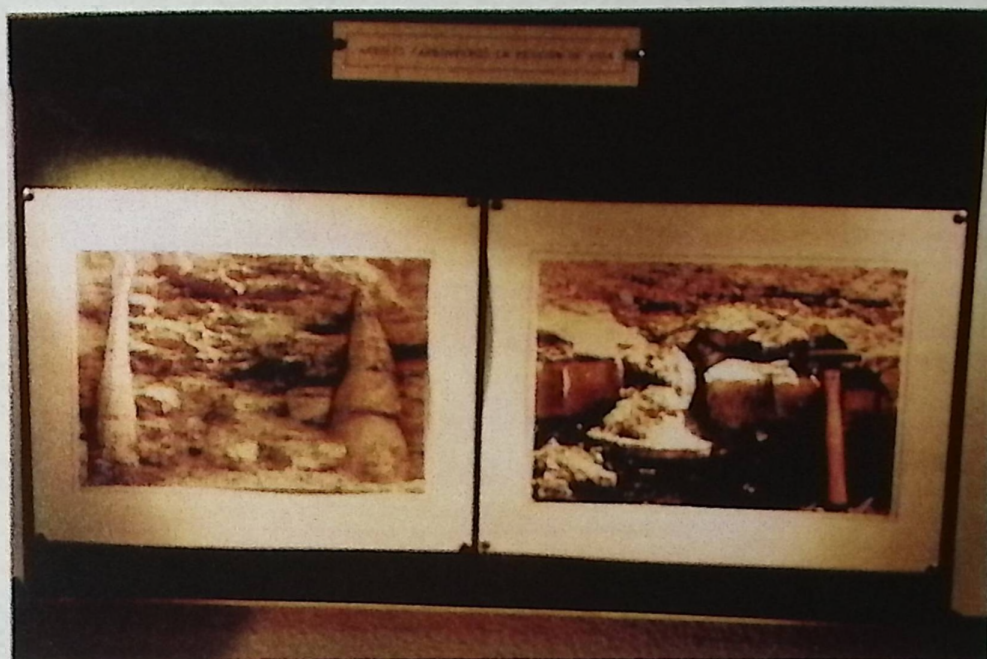
Fotos von Autor GREGOR

10-1: Bild im Firmenmuseum der Kohlengrube Puertollano bei Cordoba, Ansichten von Kohleprofilen zeigend.

10-2: Ausschnitt aus 1, entzerrt und vergrößert: zwei riesige Stubben von *Lepidodendron*-Verwandten senkrecht in der Schichtfolge stehend – Beweis für in-situ-Vorkommen und damit einen Fossilen Wald.

Abb. 10

1



2

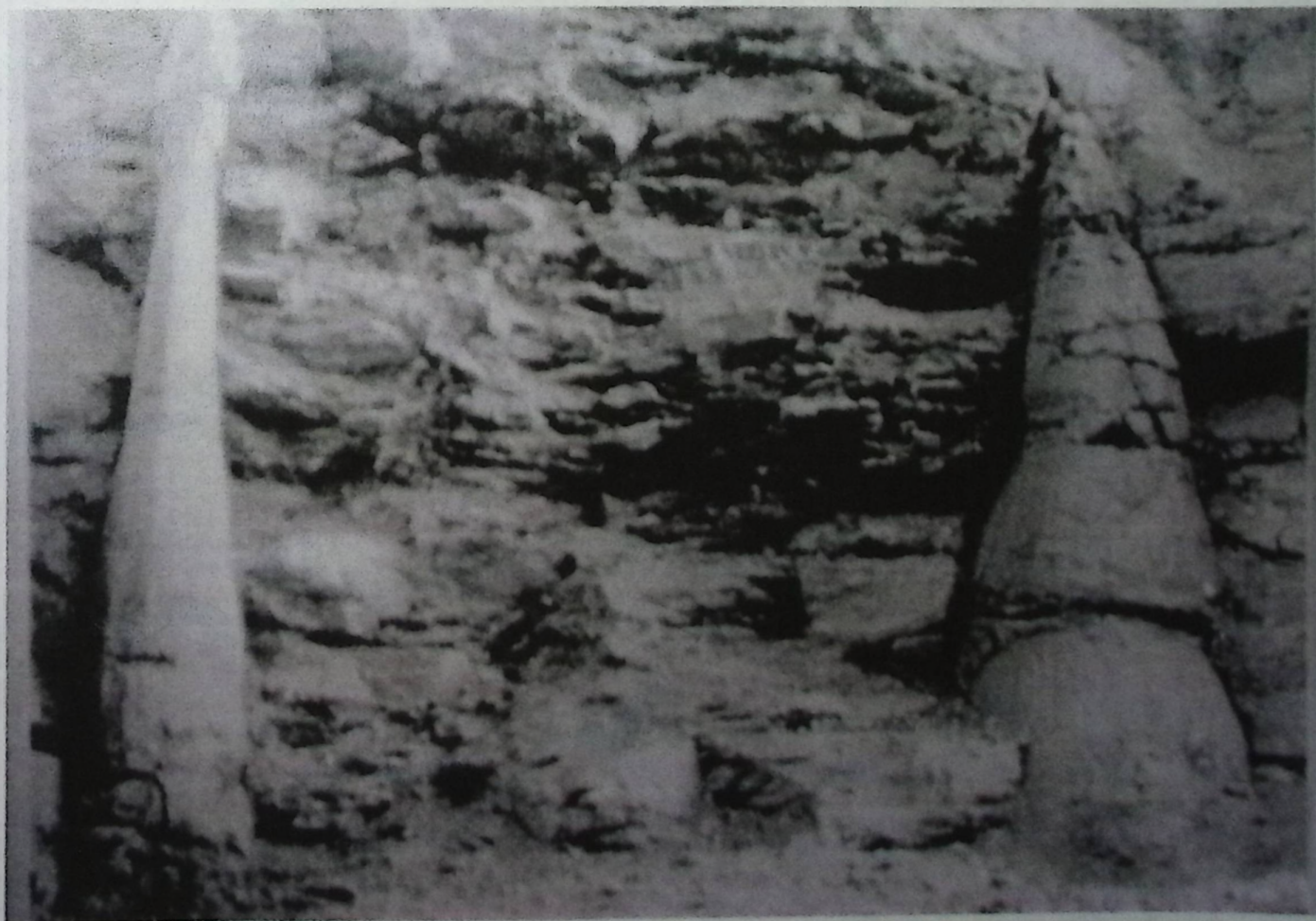


Abb. 11: Holozäne „Mooreichen“ aus Japan

Baumstämme aus dem holozänen Torf von Hanayashiki (Kawanishi City) in Japan
(verändert nach SATO et al. 1995, Abb. 4)

10-1: großer Baumstamm, mit Astresten, noch waagrecht in situ

10-2: vier große Stammreste vor dem Museum aufgebockt



1

2



4 Definition des Begriffs „Fossiler Wald“

4.1 Versuch einer Ordnung

Zuletzt soll noch eine wichtigen Frage, fossile Hölzer und Stämme betreffend, im Anriss behandelt werden: was ist denn eigentlich ein fossiler Wald und wann spricht man von einzelnen versteinerten Hölzern und wann von lignitischen oder xylitischen (vgl. z.B. DEVILLE 1991, EDWARDS 1931) – und wann von einem Wald.

Ein Wald ist rezentbotanisch definiert als ein aus Bäumen bestehendes System, höher als 10 m, in dem die Elemente, also die Stämme, dichter beieinanderstehen als ihre jeweilige Länge ausmacht und die Kronen sich berühren (vgl. GREGOR 1980: 339 nach WALTER 1973:327, 374). Es handelt sich hier also um die Frage, ob der Wald unmittelbar in situ steht, oder von weiter her transportiert wurde, dann ist es eben kein Wald mehr im Liefergebiet, sondern einzelne Hölzer. Natürlich kann man einen Wald dann im Hinterland, also im Liefergebiet postulieren – evtl. aber auch verschiedene Waldsysteme aus zusammengesetzten Vegetationseinheiten, Biomen, Biotopen usw. Einen Eindruck von der rezenten Problematik umgelagerter Stämme geben viele Fundstellen an Küstengebieten (vgl. Taf. 22, Fig. 1, 2) oder Flüssen (Rhône z.B.) – bei denen man natürlich weiß, dass sie im Hinterland wuchsen. Gleiches gilt für Palmenstubben in den Tropen (Taf. 25, Fig. 1) und Bäume in fluviatilen Systemen (Taf. 24, Fig. 1-3). Auch Erdbeben verursachen „allochthone Vorkommen“ von Resten diverser Wälder (RANTUCCI 1994, Fig. 4.22).

Zur Begriffsdefinition werden Begriffe verwendet, die zusammengesetzt folgende Unterteilungen ergeben, die untereinander gleichwertig sind:

- 1 **Petresilva** = mit Kieselsäure imprägnierte Hölzer jeglicher Art, unabhängig ob „versteinert“, achatisiert, aus Opal, Chalcedon oder Rauchquarz.
- 2 **Lignisilva** = mit Lignin (bzw. Kohlenstoff) imprägnierte Hölzer jeglicher Art, Braunkohlehölzer, Torfhölzer, karbonische Steinkohlestämme usw.
- 3 **Minerasilva** = mit Eisen (Rost), Mangan (Oxidmulm), Rhodochrosit, Dolomit, imprägnierte Hölzer jeglicher Art, als Besonderheit neben den beiden vorigen Zustandsformen angeführt.
- 4 **Algaesilva** = durch Algen jeglicher Art ummantelte Hölzer oder Stämme - seltene Sonderfälle, die in allen Formationen vorkommen können.

Wenn man nun die existierenden „Fossilen Wälder“ Europas kennt, lassen sich grob die im Folgenden beschriebenen Kriterien und Ordnungen aufstellen (vgl. Tab. 3)..

4.1.1 Fossiler Wald erster Ordnung

Lignisilva vel Petresilva vel Minerasilva 1. Ordnung:

in situ, euautochthon; die meisten Stämme stehen auf ihren Wurzeln senkrecht auf einem Paläosol (Bodenschicht), wobei sie meistens in Höhe einiger Meter abgebrochen sind. Der Abstand der Stubben zueinander muss so sein, dass eindeutig die Höhe der ehemaligen Bäume (rekonstruierbar) unterschritten wird. Weitere Stämme liegen horizontal dicht dabei, z.T. eindeutig zu einem Stubben gehörig. Modelle sind die von Dunarobba und Lesbos oder Wackersdorf (vgl. AMBROSETTI 1992, VELITZELOS 1999, JUNG 1974, GREGOR in Bearb.). Zwei schweizer Wälder gehören hierher – der von Goldau und der von Krummenau (vgl. Kap. 3.1.2).

In neuerer Zeit fand sich in Norddeutschland ein subfossiler Wald aus Erlen usw. im Torf – dies ist als ein echter in situ-Wald zu bezeichnen (BOEREN, KNIPPING & STIKA 2004).

In situ-Stämme fand Autor GREGOR auch in der Braunkohle des Stirone-Flusses bei Fidenza (Oberitalien, in Bearbeitung) – nur waren es kleine vereinzelte Stämmchen (etwa 7-10) und kein Wald, was aber aufgrund fehlender Ausdehnung des Torfbandes nicht näher untersucht werden konnte.

4.1.2 Fossiler Wald zweiter Ordnung

Lignisilva vel Petresilva vel Minerasilva 2. Ordnung:

semiauthochthon; oftmals lange Stämme vorhanden, aber alle mehr oder minder ohne Wurzeln längeren Ausmaßes, liegen oft auf sekundärer Lagerstätte, aber vermutlich nicht weit vom Ursprungsort entfernt; Astansätze oder Wurzelreste können noch zu sehen sein, ebenso Wurzelmantelreste bei Palmen. Modelle sind die Fossilen Wälder von Libyen und der Petrified Forest von Utah, Arizona oder von SW-Ägypten, z.T. auch von Rauscheröd (?), (vgl. DERNBACH 1996, GREGOR & VELITZELOS 1997, KRÄUSEL 1939, GOTTWALD 1997). Zum Fundpunkt Rauscheröd ist zu bemerken, dass die 1983 (GREGOR, Taf. 1) gezeigte Stammbasis starke Abrollung bei den brettwurzelartig laufenden Basisresten zeigt und keineswegs in situ gefunden wurde. Da ja auch die zarten Wurzeln von Rhizopalmoxylon aus den Kiesen nicht zerstört wurden, lässt sich evtl. ein kurzer Transportweg rekonstruieren (vgl. GREGOR 2005b, in Vorb.).

Alte Funde von Chemnitz (s.u.) und neuere Funde von z.T. riesigen zerbrochenen Stämmen, die beim Uni-Neubau in Bayreuth zum Vorschein kamen (s.u.), können hier in die Überlegungen miteinbezogen werden.

4.1.3 Fossiler Wald dritter Ordnung

Lignitrunci vel Petretrunci vel Mineratrunci 3. Ordnung:

(Lignisilva vel Petresilva vel Minerasilva 3. Ordnung):

Allochthon; kleinere Stammreste im Meter-Bereich, meist völlig ohne Äste, aber mit Astansatznarben, ohne deutliche echte Rinde, Bruchstellen geglättet. Modelle sind die von Neuburg/Donau, vom Mokkatam oder von Zuri (vgl. GOTTWALD 1994, 1997, CARRUTHERS 1870, UNGER 1859, CHIARUGI 1928, GREGOR et al. 2000).

Geglättete Bruchstellen deuten Windschliffstrukturen oder Wassertransport an. Hierher gehören große Stammstücke aus dem Inn bei Marktl vor dem Inneinstau (ex Slg. STÖHR, Laufen). Hierher würden auch praktisch alle größeren Funde aus der Molasse gehören, die von SELMEIER in einer ganzen Reihe von Publikationen belegt sind. Auch die Fundstelle Rauscheröd und seine Xyloflora gehört z.T. in diese Kategorie (GOTTWALD 1997), ebenso der „Keuperwald“ von Bayreuth.

Der „Wald“ war also rekonstruierbar weit weg und stammt z.T. aus einer älteren Epoche, ist also eben z.T. umgelagert. Mischungen kommen hier normalerweise häufig vor.

4.1.4 Fossiler Wald vierter Ordnung (bzw. Fossilisierte Hölzer)

Lignitrunci vel Petretrunci vel Mineratrunci 4. Ordnung:

Alle weiteren Kieselholzfunde kleineren Ausmaßes würden wir nicht mehr als „Fossilen Wald“ bezeichnen, auch wenn einer im Hinterland gewesen sein müsste. Es handelt sich dann um allochthone Vorkommen von fossilen Hölzern, meist von Kieselhölzern. Modelle sind die Vorkommen von Neuburg/Donau, Ingolstadt oder Prambachkirchen und anderen Molassefundstellen (vgl. HOLLEIS & GREGOR 1986, SELMEIER 1958, 1983, 1985, 1987, HOFMANN 1944, 1952, GOTTWALD 1966, 1992, GREGUSS 1969, MÄDEL 1960, WATARI 1941, SÜSS 1982, BIONDI & KOENIGUER 1985 u.v.m.)

Das gesamte Keupergebiet mit den Flusstälern des Mains und der Regnitz sind potentielle Fundgebiete für Kieselhölzer. In den Talniederungen lassen sich die Hölzer - meist gut abgerollt - in den Kiesgruben finden. Ebenfalls abgerollte wie auch mit typischen Windkanterstrukturen finden sich in den sogenannten Restschottern oder Schotterschleiern auf den verschiedensten geologischen Unterlagen Mittelfrankens. Da auch noch raue nicht geglättete Stücke auftreten liegt die Vermutung nahe, dass jene auf authochtoner Formation liegen.

Dass z.T. große Stämme im Gelände freiliegend, durch Wind und Wetter bedingt, aufsplintern können, zeigen beweisbare Vorkommen z.B. von Palmenresten auf Sardinien. Es konnten mindestens 10 Splitter, die viele Meter auseinanderlagen, wieder zu einem Stück

zusammengefügt werden. Auch Frostsprenglinge (Ziegelei Ried bei Neuburg/Donau) oder in Saharagebieten zeigen pleistozäne bzw. rezente Dislokation von Splittern, die dann im Umkreis von größeren Stücken angereichert erscheinen – aber auch als solche erkannt werden müssen. Dabei wären vor allem viele Geländebeobachtungen von größtem Nutzen, die z.B. bei der Bearbeitung von SELMEIER in der Molasse leider nie gemacht wurden. Schon die Größe vieler Holzreste mit wenigen cm Länge zeigen bei gleichzeitigem Vorhandensein von glattgeschliffenen Außenflächen eindeutige Zeichen einer Umlagerung.

Der „Wald“ vierter Ordnung zeichnet sich auch durch oft ganz klare Umlagerungsphänomene aus, die so offensichtlich sind, dass keine Diskussion übrig bleibt. Als Beispiel möge der Palmstamm in eiszeitlichen Ablagerungen der Donau gelten (KIRCHHEIMER 1980, oder in eiszeitliche Fließerden umgelagerte tropische Hölzer auf den Äckern von Neuburg/Donau (Coll. HOLLEIS, JERZ et al. 1993). Auch Kreide-Formen wie *Tempskya* wurden schon in Molasse- und anderen Ablagerungen gefunden (vgl. HOLLEIS & GREGOR 1986 und GREGOR & MICK 2005, in Vorb.).

4.2 Besondere Bedingungen

4.2.1 Algenmäntel

(*Algaesilva* bzw. *Algaetrunci* 1.-4. Ordnung):

Alle Stämme, Stammreste und Hölzer von Algen ummantelt (verkalkt, verkieselt), daher Holz oft nicht mehr vollständig vorhanden, aber in Resten (Kieselsäurestrukturen oder Rindenstrukturen) beweisbar; Aussagen über Autochtonie oder Allochthonie sind eingeschränkt, aber aufgrund oft fehlender Wurzeln oder ähnlicher Bedingungen bei den Hölzern eindeutig semiautochthon bis allochthon. Sondermodelle sind die Algenkrusten von Purbeck (FRANCIS 1983, PUGH 1968, autochthon, mit Wurzeln, Sonderfall, 1. Ordnung) und die von Perfugas-Martis-Bulzi-Laerru aus N-Sardinien (vgl. Artikel hier und GREGOR et al. 2000, 3.-4. Ordnung). Letztere können aber vielleicht auch anders erklärt werden, da bisher zwar kleine Splitter oder Ästchen in den Ummantelungen gefunden wurden, aber keine Stämme größeren Ausmaßes. Wichtig erscheinen auch noch umkristallisierte Partien in den Algenmatten (hornsteinartiger Achat), die vielleicht z.T. einstmals Holzreste darstellten, aber durch hydrothermale aggressive Wässer völlig strukturlos verändert wurden. Vielleicht handelt es sich aber doch auch um „Bubbling Reefs“ (vgl. Kap. 4.2.7), auf jeden Fall um „Pseudostämme“ (Taf. 27, Fig. 2) bzw. Pseudo-Wälder“ (Kap. 4.2.7.). Diese Problematik ist in Bearbeitung durch die Autoren.

Zu den Algenmänteln gehören auch die z.B. im Kalktuff Bayerns erhaltenen Stammreste bzw. „Stammlöcher“, die oft mit solchen von Binsen oder anderem Riedgras gekoppelt sind (MÄGDEFRAU & MAECK 1965) - hier sind dann nur noch die Mäntel erhalten, aber kein Holz mehr, auch wenn die Aststrukturen deutlich sichtbar sind.

4.2.2 Taphonomische und geologische Besonderheiten

KLAUS (1987) hat in seiner Einführung in die Paläobotanik über Einbettung und Lagerung folgendes geschrieben (S.56):

Pflanzenorgane kommen in nächster Nähe der Mutterpflanze zur Ablagerung (autochthon oder primäre Lagerstätte) – der Lebensraum entspricht also dem Ablagerungsraum. Bei weiterem Transport vom Lebensraum weg spricht man von allochthon, aber noch von einer primären Lagerstätte. Ist der Vorgang zeitgleich, handelt es sich um einen synchronen Vorgang. Anders bei Umlagerung, bei der ein stratigraphisch älterer Fossilteil aus dem Verband gerissen auf neuer, also sekundärer Lagerstätte zu ruhen kommt. Hier liegt ein heterochroner Vorgang vor. In ersterem Falle haben wir homiostrate Bedingungen, im letzterem xenostrate (siehe Kap. 5.2).

Hier besprechen wir spezielle Vorkommen, die zwar mit den Begriffen Fossiler Wald 1.-4. Ordnung gekoppelt sind, aber zusätzliche Informationen beinhalten.

Die Sonderfälle betreffen nähere Aussagen zur Ökologie usw. aufgrund der besonderen Ausprägung:

- a) Mischflora Xylo-Karpo-Flora (Zapfen am Ast), siehe auch Kap. 4.2.3
- b) Holz und Stämme beansprucht von Bohrmuscheln, Seepocken, Austern, Seelilien
- c) Ersatz von Lignin durch Minerale wie Gips, Steinkerne

Diese Besonderheiten sind charakterisiert durch schichtinternes Vorkommen, Vorkommen in Tempestiten und Vulkaniten, Driften im marinen Bereich und spezielle Ausbildungen wie totale Auflösung und Imprägnation durch Mineralien. Zu letzteren gehören z.B. die in Gips erhaltenen ehemaligen Hölzer.

Eine interessante Destruktion eines kleinen Waldes auf Luzon ohne weitreichende Umlagerung zeigt ein Bild in RANTUCCI (1994: Fig.8.15 unten rechts), wobei bedingt durch den Aschefall des Mt. Pinatubo (1990) die Bäume das Aussehen eines geschlossenen Regenschirmes bekamen – der erste Schritt auf dem Weg zum Transport, denn viele sind sicher später abgestorben und so bereit für Umlagerung.

4.2.3 Braunkohlenwälder: als vor einigen Jahren im Rheinischen Braunkohlenrevier große Stämme, Äste und Wurzelstubben in rein lignitischer Erhaltung gefunden wurden, konnte man auch hier einige Gedanken überlegen, auf welche Weise man diese Ökotope bezeichnen kann. Im Tagebau Hambach wurde ein Stubbenhorizont im Flöz Frimmersdorf (Miozän) durch die Arbeitsgruppe um Kollegen MOOSBRUGGER ausgegraben, wobei Abstände der Stubben, Stammdicke usw. vermessen wurden. Wir haben sicher einen Lignisilva erster Ordnung vor uns (MOOSBRUGGER et al. 1994), wenn auch die ökologischen Rekonstruktionen problematisch erscheinen (vgl. Kap. 3.1.1.5 Niederrhein).

In den Sanden speziell der Indener Schichten und des Reuver fanden sich unglaublich viele völlig abgerollte und entastete Stämme, alle ohne Rindenerhaltung und Wurzeln – Beweise für einen Lignisilva 3. Ordnung. Stammreste und sogar Rindenteile fanden sich aber häufig umgelagert in diversen Schichten von Hambach und Zukunft-West (GREGOR 1994: Taf. 4, Fig. 2 und Taf. 7, Fig. 1), z.T. noch mit Bohrmuschellöchern (vgl. zu allem Taf. 29, 30).

Aus dem Tagebau Frechen konnte ein Sandhorizont untersucht werden, der als Tempestit zu gelten hat – als schnelle Ablagerung eines Sturmes o.ä.. Alle Stämme oder Zweige größeren Ausmaßes darin zeigten Rindenstruktur und noch anhängende Pinienzapfen – Hinweise auf relativ autochthone Bedingungen bzw. einen nahen Wald im Umkreis von wenigen Kilometern (vgl. GREGOR 1994: 26, Taf. 5).

Der in grünen Tönen vorliegende Stubbenhorizont von Palmen aus Hambach konnte 1994 überraschenderweise aufgefunden werden (Taf. 23, Fig. 5, 6) und war kurze Zeit später völlig abgebaggert. Auf jeden Fall ließ sich hier ein Lignisilva 1. Ordnung rekonstruieren, ein in einem Paläosol, einem ehemaligen Überflutungshorizont liegenden Stamm (GREGOR in Vorb.).

4.2.4 Transportproblematik in Raum und Zeit

Zur Transportproblematik bei großen und schweren fossilen Hölzern sei eigentlich nur kurz erwähnt, dass Hochwässer nach eigener Anschauung durchaus riesige Lasten transportieren können. Wenn Gefälle und Gleitsediment vorhanden ist, wird umgelagert, wie schwer auch immer die Stücke sind. Gerade gut gerundete Kiese wie der Ortenburger Schotter oder die Grimmelfinger Graupensande sind gute Gleitmittel für Objekte aller Art. Da wir mit sporadischen und oft sicher langdauernden Regenfällen im Jungtertiär rechnen können (Cfa-Klima), ist auch die Wassermenge und damit die Durchfeuchtung des Sediments voll vorhanden (evtl. thixotropes Verhalten).

Über die vermutlichen Herkunftsgebiete der umgelagerten Hölzer aus der Molasse kann im Moment nur spekuliert werden. Liefergebiete im Osten, z.B. in Ungarn usw. sind möglich, da dort häufig Eozän anzutreffen ist und ähnliche Holztypen auftreten wie in der Molasse. Andererseits muss man die Transportrichtung von damals beobachten, wobei wir durch die Ur-

Naab ein N-S-Gefälle vorliegen hätten. Lydite aus dem Frankenwald in den Sedimenten von Neuburg/Donau und anderswo würden diesen Transport erklären. Wir hätten demnach die tropischen Hölzer aus dem bayerischen Grundgebirge umgelagert.

Eine ähnliche Problematik zeigen die Untersuchungen von GREGUSS (1969), der bei den ungarischen Funden z.B. die tropischen *Idacinoxylon*-Hölzer im Oligozän findet, aber auch im Helvet, Burdigal und Sarmat – eindeutig unmögliche ökologische Verhältnisse bei den Floren und nur durch Umlagerung zu erklären.

In Libyen gemachte Erfahrungen mit „pliozänen“ Hölzern in faunenführenden Horizonten von der Fundstelle Sahabi ergab ebenfalls dieselbe Problematik, wobei das Eozän dort aber nur wenige km vom Ablagerungsraum entfernt ist. Dort ließ sich die eozäne Komposition eindeutig nachweisen, während Hölzer in situ in den pliozänen Sedimenten völlig fehlten (vgl. zu allem GREGOR & VELITZELOS 1997).

Soeben ist ein Versuch angelaufen, die Verteilung der Fundorte, die taxonomischen Bestimmungen der einzelnen Holztypen und die weiteren verfügbaren Daten in ein Süddeutsches Gesamtbild zu bringen (GREGOR & HOLLEIS, in. Vorb.).

SELMEIER hat in diversen Publikationen (2003a) auf „reworked conditions“ hingewiesen, ohne daraus irgendwelche logischen Schlüsse zu ziehen und die ökofaziellen Hintergründe zu beleuchten (z.B. vom Natternberg und von Hagenau); andererseits erwähnt er völlig unverständlich „loess sediments...Miocene“, ohne auf eine pleistozäne Umlagerung zu schließen (? ibid. 161). Gerade die Tempskya-Reste aus der Gegend um Neuburg/Donau sind Beweise für xenostrates Verhalten der Fossilien – Umlagerung aus der Kreide (SELMEIER 2003b: 44,45).

Dass tertiäre Hölzer auch in pleistozäne Torfe umgelagert werden können, führt FIETZ (1926) recht schön aus, wobei die Komposition der Hölzer mit *Piceoxylon*, *Abietinoxylon*, *Ulmoxylon*, *Taxodioxyton*, *Betuloxylon* und *Salicinoxylon* u.a. z.T. beiden Zeitaltern angehören könnte.

Schon LINSTOW hat (1906:468) deutlich darauf hingewiesen, dass lignitische Braunkohlenstücke aus dem Eozän/Unteroligozän in mitteloligozäne Melanientone verschleppt worden seien – eine eindeutige Umlagerung.

Was die holozänen „Mooreichen“ aus dem Donauebiet zwischen Dillingen und Höchstätt angeht (vgl. Taf. 25, Fig. 5, 6), weist BECKER (persönl. Bericht 1982) ausdrücklich darauf hin, dass die Stämme „vom offenbar näherrückenden Fluss erfasst, abgeschwemmt und...im Schotter abgesetzt worden“ sind. Hochwasserkatastrophen waren damals normal und wie ausgeführt wird: Donauhochwässer...verheerend ausgewirkt haben, wobei mindestens 9 Schneeschmelzen-Hochwässer“ durch Zuwachsdepressionen nachweisbar sind (in 260 Jahren, belegt durch Jahrringe, vgl. auch S. 18).

Zu obigem kann noch ein rezentes Modell erwähnt werden, das in Oberitalien am Zufluss des Po, am Taro, gemacht wurde. Hier bleiben nach Überflutungen im Frühjahr (Schneeschmelze in den Höhen des Apennin) Büsche und Stämme mitsamt Wurzeln auf Kiesbetten liegen (Taf. 24, Fig. 1-3). Sehr ähnlich, aber sehr viel intensiver sind Ablagerungen von zerborstenen Stämmen und Wurzelstubben nach Erdbeben, wie sie auf Luzon (Philippinen) nach der Eruption des Pinatubo vorkamen (RANTUCCI 1994): die Puncan Brücke wurde zugeschwemmt (ibid. Fig. 4.22) und ausgedehnte Schlamm- und Geröllmuren lieferten Stammmaterial (ibid. Fig. 6.11).

Ein weiteres rezentes Modell für umgelagerte große Stämme ist in Costa Rica vorhanden, bei Punta Banco nahe Golfito – hier sind mächtige allochthone Ablagerungen im Tidenbereich zu studieren (vgl. hier Taf. 27, Fig. 6-8 und GREGOR 2005b, in. Vorb.), aber ebenfalls Muren mit Resten des Regenwaldes in Form von Stämmen und Wurzelstubben (vgl. auch Taf. 25, Fig. 1).

4.2.5 Die Palmenproblematik

GREGOR hat (1980:136-138) wichtige Palmreste aus Europa im Vergleich zu solchen aus Molassesedimenten publiziert und das Alter der Funde kritisch gewürdigt (vgl. auch REED & HICKEY 1972). Viele Kollegen haben sich bereits mit fossilen Palmen beschäftigt, so z.B.

MÜLLER-STOLL 1935 und besonders BURGH 1966, aber auch MÄGDEFRAU 1956 und JUNG 1968. In jedem Fall stellen Palmenreste eine seltene Erscheinung dar, wobei der Begriff Palme schon sehr weit gefasst ist – es kann sich auch um das „Holz“ einer anderen monokotylen Pflanze handeln.

Einen weltweiten Katalog fossiler Palmen legten PRAKASH & BOUREAU (1968) vor, wobei sie meistens die Taxa *Palmoxylon lacunosum* oder *P. baccillare*-Typen angaben, welche als Formgattungen gelten, aber mit keiner lebenden Gattung direkt verglichen werden können. Die anatomischen Ausprägungen sind unter den Palmen zu gleichförmig, um eine sichere Ansprache zu gewährleisten. Eine umfassende Revision der *Palmoxylon*-Arten Indiens legte SAHNI 1964 vor (vgl. auch KAUL 1960, MAHABALÉ 1958).

Der auf Sardinien als Touristenattraktion ausgewiesene Palmenwald von Soddi-Olecca am Zuri-See ist weder ein Wald, noch hat er viele Palmen aufzuweisen (GREGOR et al. 2000). Wenn man an einer Stelle viele Splitter von Palmholz findet, so ist nicht darauf zu schließen, dass es ebenso viele Stämme gewesen sein müssen. Die meisten Hölzer von dort gehören eindeutig zu *Bombacoxylon oweni*, sind also Angiospermen. Palmen sind, wie gesagt, nur in wenigen Exemplaren gefunden worden und waren somit nicht bestandbildend, wie auf einer Plakattafel bei Olecca am Zuri-See dargestellt ist. Der dabei geführte Vergleich mit dem Palmenwald der Oase El Oued in der Sahara ist folglich auch völlig falsch (vgl. Näheres in GREGOR et al. 2000: 36). Natürlich sind Palmenreste wirklich vorhanden (vgl. Taf. 40, Fig. 4), nur eben sehr selten.

Wenn also manchmal eine Palmendominanz vorzuliegen scheint, dann darf man nicht vergessen, dass Palmhölzer bei Sammlern sehr beliebt sind, viel gesammelt werden und damit eine Häufung dieser Gruppe vortäuschen.

JUNG hat sich (1981) mit der Umlagerung bei Palmen beschäftigt, leider ohne sich kritisch mit diesem Thema zu beschäftigen. GREGOR (2005a) beschäftigte sich mit den Palmen von Rauscheröd, die als umgelagert anzusehen sind wie auch die ganze Holzflora von dort (vgl. GOTTWALD 1997).

Wie zu sehen war, sind Palmen also immer als akzessorische Gegebenheiten bei fossilen Floren anzusehen, niemals als dominante, wie hie und da behauptet wurde und wird.

4.2.6 Bestimmungsprobleme

Als ein bekanntes Beispiel einer problematischen Bestimmung möge hier die folgende Ausführung gelten: *Castanoxylon* ist definitionsgemäß ein Holz, das strukturell ähnlich dem Holz von Arten der Gattung *Castanea* oder *Castanopsis* ist – beide Male Fagaceen. Während *Castanea* weder durch eindeutige Früchte noch durch Blätter im Tertiär vertreten ist, hat *Castanopsis* beides vorzuweisen. Wenn dann also ein Holz als *Castanea*- oder *Castanopsis*-Holz bezeichnet wird, wie dies SELMEIER (z.B. 1991, 1992b) gemacht hat, ist dies unkorrekt und führt zu ökologisch falschen Schlüssen. *Castanopsis* ist wärmer-temperiert als *Castanea* und passt deshalb besser in die tertiären Kompositionen. Trotzdem muss man ganz objektiv sagen, dass *Castanoxylon* aus genannten Gründen ein etwas problematisches Holz bleibt, weil eben keine hundertprozentig schlüssigen Beweise für die jeweilige systematische Zuordnung möglich sind.

Eine Bearbeitung von „*Castanea*“ in Form eines Holzes und eines Blattes legten SAKALA & TEODORIDIS 2001 vor, wobei sie ein Blatt von *Castanea atavia* (ist sicher *Quercus pseudocastanea*) und ein Holz von *Castanoxylon bavaricum* in Zusammenhang bringen, was so nicht erlaubt ist – es gibt keinen Beweis für eine zusammenhängende Lage der Funde, da zwei verschiedene Fundorte vorliegen. Auch ist die Gattung *Castanoxylon* wieder nicht revidiert, was sie bei eindeutiger Zuordnung zu *Castanea* sein müsste (*Castaneoxylon* statt *Castanoxylon*) – ein taxonomisch-formaljuristisches Problem (siehe Internat. Code Botanical Nomenclature 1978).

Möglicherweise ist die Gattung *Castanea* relativ jung im östlichen mediterranen Raum entstanden und für unsere Befunde nicht relevant. Weitere Studien sollen hier folgen – bis dahin hat nur

„*Castanoxylon*“ eine wissenschaftliche Relevanz, ein Vertreter der Fagaceen unsicherer Zuordnung!

Viele ältere Bestimmungen von Hölzern sind heute definitiv falsch und sollten auch so zitiert werden. Wenn BARTHELT 1989 eine Mangrove in der USM postuliert und sich u.a. auf die von HOFMANN 1944 und 1952 bestimmten Mangrove-Hölzer vom Typ *Rhizophoroxylon* beruft, ist das ganz einfach falsch und heute revisionsbedürftig (vgl. auch mündl. Mitt. Prof. GOTTWALD, Reinbek). Eine Überprüfung alter Bestimmungen wäre dringend notwendig, da dies zu irreführenden ökologischen Daten führt. Damit sind auch Vorstellungen zu Biotopen oder Biomen hinfällig, wie sie z.B. BARTHELT 1989 für die Untere Meeresmolasse vorgelegt hat. Mit fossilen Hölzern muss man sehr genau arbeiten, um sichere Aussagen zur Ökologie, zum Klima oder zur Evolution zu bekommen.

Es ist allgemein bekannt und durch viele paläobotanische Arbeiten belegt, dass die Mangrove, ein tropisches System heute, zum Ende des Eozäns in Europa verschwindet. Sie wird abgelöst durch subtropische Küstenwälder, die durchaus noch viele Exoten aufweisen, aber eben keine „Mangle“ mehr.

Es fällt auf, dass ganz bestimmte Taxa in der Gesamtkomposition einer tertiären Landschaft wie Fremdkörper wirken. Dies betrifft z.B. die schon leidlich bekannten Mahagoni-Hölzer und anderen Typen, die in vielen Fundstellen der Molasse auftreten. GOTTWALD hat (1997) aus den Ortenburger Schottern fossile Hölzer bearbeitet, die so in der Komposition nicht in den Molassesedimenten vorkommen können. Es handelt sich nämlich um Fossilien verschiedener ökologischer und klimatologischer Bereiche. Wir haben z.B. warm-gemäßigte (immer sensu KÖPPEN) Cfa- und tropische Af-Klimate in der Holztypen vertreten. Erstere passen in die Molasse, Mahagoni und andere Typen nicht. Ganz ähnliche Verhältnisse hat dieser Autor soeben (2004) aus der Gegend um Neuburg/Donau und der Molasse gefunden. Im Vergleich mit anderen Blatt- und Fruchtfloren der Molasse gibt es überhaupt keinen Zweifel mehr an der Umlagerungsproblematik fossiler Hölzer und damit auch zum Begriff „Fossiler Wald“.

Ganz spezielle Bestimmungsprobleme gibt es bei inkohlten Stämmen, die oftmals so stark gagatisiert sind, dass sie keinerlei Zellstruktur mehr zeigen – jedenfalls nicht auf den ersten Blick. Dies ist vor allem in Molasseablagerungen der Fall, in Bayern und der Schweiz (vgl. Kap. 3.1.2). Oft lohnt es sich, mehrere Dünnschliffe anzufertigen oder Bruchstücke genau zu untersuchen, dann kommen hie und da noch wenigstens grob bestimmbare Reste zum Vorschein.

4.2.7 „Steinerne Wälder“ und Pseudo-Wälder – Abb. 4-1, 4-2, 4-3, Abb. 6-1, 6-2, Taf. 27, Fig. 2

Wie oben schon ausgeführt, gibt es in Griechenland (Taf. 23, Fig. 1) und Bulgarien „Steinerne Wälder“, die aus kalkigen Säulen bis 6 und mehr Meter Höhe bestehen. Eine Untersuchung liegt bereits vor – sie wurden inzwischen als „Rhizoconcretions“ (KINDLE 1925) bezeichnet, was die Diagenese dieser stammähnlichen Gebilde etwas einengt. Es finden sich weder irgendwelche Holzreste noch identifizierbare Zellstrukturen, was natürlich auch durch Ersatz der ursprünglichen Strukturen durch andere Stoffe passieren kann (VACHTL 1937 und KREJCI-GRAF 1986). Sie wären dann z.T. als Pseudomorphosen anzusprechen, was aber dem Gesamtcharakter ders. Phänomens nicht gerecht wird. Eine nähere Zusammenfassung der Problematik hat DIMITROV (Internet unter Pobitite Kamani, www.varna-bg.com 2000) geliefert. Es handelt sich demnach um „bubbling reefs“, durch Mikrobenmatten entstandene Säulen um Methangas-Quellen herum. Es wäre sehr wünschenswert, vergleichbar die Algaesilva, die möglicherweise hierher gehören könnten (GREGOR et al. 2000), zu klären.

Es gibt also eine Reihe von Erscheinungen, die „baumähnlich,, aussehen, aber mit Pflanzen überhaupt nichts zu tun haben:

a) Bubbling Reefs: Mikroben und Algenmatten in Baumform in Bulgarien, Griechenland, Sardinien, siehe oben;

- b) Geysire: hier ähneln Kieselsäure-Umhüllungen heißer Quellen irgendwelchen Stubben oder Wurzelbasen großer Bäume, z.B. beim „Lone Star Geyser“ (Wyoming, DARTON 1920, Taf. 4);
- c) towers of calcareous tufa: hier findet man auf der Südseite des Lake Mono (California) meterhohe und 6-8 Fuß im Durchmesser betragende „Stubben“ (Taf. 26, Fig. 4), die folgendermaßen charakterisiert werden: „resemble a forest of gnarled and contorted stumps, pure carbonate of lime, deposited by sublacustrine springs“ (vgl. DARTON 1912a, Taf. 1);
- d) Pinnacles: nicht nur die bekannten „Nadeln“ Australiens gehören hierher (Taf. 26, Fig. 1), sondern auch ähnliche, aber größere Gebilde, z.B. im „Garden of the Gods“ (Nebraska, Colorado, DARTON 1912b, Taf. 1-6);
- e) black smokers: stammähnliche hohle Gebilde meist aus der Tiefsee, die aus Pyrit bestehen, der sich durch Eisen und Schwefelbakterien im Bereich heißer Quellen gebildet hat – sie kommen hier aber aufgrund der geologischen Lage (tiefmarin) zum Vergleich nicht in Frage.
- Das beste Beispiel für eine klare Missinterpretation in dieser Richtung bietet der „Foresta petrificata Carrucana“ bei Perfugas (Sardinien). Es handelt sich um Algenbioherme mit Hohlräumen, die vermutlich auf Gasquellen schließen lassen – keinesfalls um einen wie auch immer gearteten fossilen Wald (GREGOR et al. 2000 und in Vorb.).

4.2.3 Ökologisch-klimatologische Interpretationen

4.2.3.1 Problematische Klimainterpretationen

Früher hat man in Unkenntnis der Tatsache, dass man Hölzer, Früchte und Blätter niemals gemischt für Rekonstruktionen der Ökologie und des Klimas einer Zeitepoche verwenden darf, eben solches unternommen – mit dem Erfolg wunderbarer Klima-„Kurven“ im Tertiär z.B. (EHRlichMANN & DONGUS 1981). SELMEIER führte dann die Tradition weiter, tropische Hölzer im Miozän zu finden und sie dementsprechend zu interpretieren – so bekamen wir plötzlich ein tropisches Klima zu einer Zeit, da es in Wirklichkeit schon längst subtropisch war (div. Autoren wie MAI 1995 usw.).

BÖHME hat vor kurzem ein Klima-Modell für Süd-Deutschland vorgelegt, das so nicht akzeptiert werden kann. So nimmt die Autorin ektotherme Reptilien (Gekkos, Chamäleons, Warane, Sandboas usw.) als Klima-Indikatoren (heute Relikte in den Tropen!), und erwähnt auch die Kieselhölzer von Rauscheröd als tropische Anzeiger im „untermiozänen Optimum“. Die Autorin nennt auch keine Klimaklassifikation, um Vergleiche mit anderen Daten machen zu können. Zu obigem ist zu erwähnen, dass erstens die Reptilien ökologisch nicht so aussagefähig wie Pflanzen sind, weil sie an spezielle Bedingungen angepasst sind, und zweitens das Unter-Miozän im gesamten Europa klimatisch gut genug bearbeitet ist (kein Paläobotaniker wird etwas anderes sagen als Cfa-Klima!!!) und drittens hat SELMEIER selbst schon die Umlagerung der Hölzer von Rauscheröd (sensu GOTTWALD 1997) bestätigt. Ergänzend hat die Autorin wohl keine Ahnung von Klimaten, wenn sie für eine Zeitspanne von einigen Millionen Jahren eine Temperaturänderung von 8°C annimmt – das wäre eine Katastrophe für Süd-Deutschland gewesen. Die Autorin kennt anscheinend auch keinerlei Literatur zum Untermiozän (wie GREGOR 1978, 1980a, 1982, 1989a, KNOBLOCH & KVACEK 1976 u.a. belegen) – alle Daten deuten auf ein Cfa-Klima hin.

Ähnliches Unheil, wie bei BÖHME eben gezeigt, hatte BARTHELT (1989) mit der Mangrove in der süddeutschen Oligozän-Molasse angerichtet, obwohl alle Belege für ein subtropisches bzw. warm-gemäßigtes Cfa-Klima sprachen (DOTZLER 1937 usw.) – und eben nicht für tropisches. Die Mangrove ist seit dem Ober-Eozän in Europa „ausgestorben und alle mangroveverwandten Hölzer (*Bombacoxylon* usw.) gehören ins Eozän, was durch Befunde vor Ort leicht nachzuweisen ist (TRALAU 1964). Hier evtl. einen Sonderstandort zu vermuten, wie die Autorin es macht, ist im Hinblick auf die gesamte vorliegende Literatur, hinfällig und soll nicht weiter diskutiert werden.

Alle Hölzer aus den Molasseablagerungen, die gemäßigten Charakter zeigen (*Platanoxylon* z.B.) sind im Miozän zuhause und stimmen eindeutig mit den Blatt- und Fruchtfloren überein (GREGOR in Vorb.).

4.2.8.2 Klimainterpretationen mit Hilfe von fossilen Hölzern

GOTTWALD hat dann (1997) als erster die Idee des Autors GREGOR, die Umlagerung verkieselter Hölzer in der Sandgrube Rauscheröd bei Ortenburg betreffend, bestätigt und so kam eine Reihe von Arbeiten in Gang, die als letzte die Hölzer von Neuburg umfasste (GOTTWALD 2002, 2004).

Dieser Autor stellte deutlich für die Vorkommen um Neuburg/Donau fest (GOTTWALD 2004: S. 4)

„Außerdem lassen die Taxa mit unterschiedlichen Temperaturansprüchen weder eine horizontale noch eine vertikale Ordnung an den heutigen Fundplätzen erkennen: Es liegt eine regellose Vermischung der Kieselhölzer vor, und es muss daher davon ausgegangen werden, dass es sich um tertiäre Holzpflanzen aus unterschiedlichen, klimatisch differenten erdgeschichtlichen Zeiten zwischen Pliozän und Obereozän handelt, die vermischt verfrachtet wurden“.

Des weiteren erwähnt er (ibid. S. 58):

„Wie vorstehende Tabelle zeigt, genügen bereits die gattungsspezifischen Temperaturunterschiede, um die vorliegenden Kieselhölzer in drei Klimagruppen, die sich deutlich unterscheiden, einzuteilen:

- I temperiert kühl
- II temperiert bzw. subtropisch warm
- III tropisch

Statt dieser immer wieder vertretenen Ansicht von einem weitgehend zeitgleichen Wachstum der hier vorliegenden tertiären Holzpflanzen, konnten sie drei geologischen Zeitabschnitten mit unterschiedlichen Klimata, als einzig mögliche Erklärung, zugeordnet werden..... Daraus folgt, dass das fossile Alter der Kieselhölzer aus der Südlichen Frankenalb und ihren Randgebieten von der jeweiligen pflanzensystematischen Zuordnung abhängig ist. Das bedeutet, dass die Xylemtaxonomie der oft mehrfach umgelagerten und resedimentierten Hölzer und separaten Rinden über die Altersfrage auch zu einer geologischen Frage wird“.

Näher betrachtet ergibt sich also (ibid. S.60):

„Demnach sind die tropischen Arten bzw. Gattungen der Gruppe III mit einem Alter von etwa 35 bis 40 Millionen Jahren noch dem Obereozän zuzurechnen.

Die überwiegend subtropischen Hölzer der Gruppe II sind dem Oligozän mit einem Alter zwischen 35 und 28 Millionen Jahren als eine eher heterogene, wechselvolle Florengemeinschaft zuzuordnen. Sie sind demnach als verbindende und teilweise ähnliche Übergangstaxa zu bewerten.

Für die temperierten Holzpflanzen der jüngsten Gruppe I mit Gattungen, die bereits deutliche Bezüge zur heutigen europäischen Holzflora zeigen, ist das Miozän mit einer Zeitspanne von 24 bis 5 Millionen Jahren vor heute als die wahrscheinlichste Wachstumsphase anzunehmen“.

Dass alle erwähnten Daten, vor allem die miozänen Klimagegebenheiten, durch Blatt- und vor allem Fruchtfunde voll bestätigt wird (vgl. auch MAI 1995), zeigen Arbeiten aus dem Eozän, Oligozän und Miozän/Pliozän – hier nur einige Autoren: MAI & WALTHER 1978, 1985, 1988, 1991, MAI 1965, 1967, 1995, KNOBLOCH et al. 1996, GREGOR 1978, 1980, 1982, KOVAR-EDER 1987.

Eine vertikale Gliederung bei den Florentypen zu überlegen, verbietet sich insofern, als die dafür benötigten Höhen nicht vorhanden sind – jedenfalls nicht im Fundstellenbereich.

Es lässt sich aus den Fossilfunden einfach eruieren, dass das Klima im Eozän paratropisch war und im Oligozän von hoch warm-temperiert zu etwas kühler „warm-temperiert“ umbildete (immer sensu der Klimaklassifikation von KÖPPEN in BLÜTHGEN, 1966 und SCHMITHÜSEN 1968, MAI 1995).

Als Fazit möge gelten: mit fossilen Hölzern kann man Ökologie und Klimageschehen nur rekonstruieren, wenn die Funde, ähnlich wie bei Blättern oder Früchten, beweisbar in situ gefunden werden oder als Stämme in situ stehen.

Bei umgelagertem Material (xenostat) kann man vorsichtig die eruierten Klimadaten auf andere Zeiten übertragen und mit anderen Floren (Pollen, Blätter, Früchte) korrelieren. In unserem Falle Neuburg/Donau ist das eindeutig machbar, denn die tropischen Formen gehören ins Eozän, die temperiert-warmen (warm-gemäßigtes Cfa-Klima sensu KÖPPEN) ins Oligozän und die etwas kühleren subtropischen (kühler warm-gemäßigt, Cfa-Klima sensu KÖPPEN) ins Mio/Pliozän.

5 Versuch der Typologie eines „Fossilen Waldes“

Die folgenden Ausführungen und Tabellen sollen eine Einteilung der Waldtypen usw. zeigen, abhängig von gültigen Definitionen und sedimentologischen Daten.

Da nach vielen Debatten mit Kollegen aus der Molasse Bayerns immer wieder die Meinung vertreten wurde, dass sich große Stämme (in unserem Falle aber nur wenige Meter) nicht durch Flüsse transportiert werden können, soll nochmals auf DERNBACHs (1996: 59) ganz korrekte Bemerkung hingewiesen werden, dass die riesigen Stämme aus dem „Versteinerten Wald von Arizona“ durch gewaltige Wassermassen rund 150 km weit transportiert worden sind. Dies ist auch für die Molasse-Hölzer zu postulieren und je kleiner die Hölzer sind, desto eher sind sie wohl verdriftet worden (vgl. auch Kap. 4.2.8).

Dies zum Verständnis auch der folgenden Begriffe, denn wir sprechen beim Fossilen Wald 3. oder 4. Ordnung ja auch von Hölzern und kleinen Teilstücken – die aber zurückprojiziert einen fossilen Wald in größerer Entfernung geben. Allerdings kann es zu allerlei ökologischen Mischungen kommen, was aber dann bei der Definition der 3. oder 4. Ordnung klar zum Ausdruck kommt.

Ebenso wie die Klimate klassifiziert sind, wie überhaupt erst eine systematische Erfassung von Gegebenheiten eine fruchtbare Diskussion ermöglicht, muss auch hier endlich eine Begriffsbestimmung erfolgen, sonst haben wir überall fossile Wälder – die keine sind.

Zur näheren Definition des vorher Gesagten möge die Typologie nach KRASILOV 1975 gelten, die im Folgenden verwendet wird.

5.1 Genetische Klassifikation von Lagerstätten

Es gibt verschiedene Ansätze, Lagerstätten in ihrer Genese, ihrem Typus und ihrem Fossilgehalt systematisch zu unterscheiden und eine allgemeine Typologie zu entwickeln. MOOSBRUGGER hat 1989 eine Zusammenfassung gebracht und sich mit diesem Thema theoretisch auseinandergesetzt. Er unterscheidet vor allem bei den Taphozönosen, den Grabgemeinschaften, 4 Typen: die isotrope, die homoiotrope, die allotrope und die deuterotrope. Sie unterscheiden sich in ihrer Genese durch die Bindung an einen autochthonen Horizont, an ein Biotop, an ein Biotopgemisch und an stratigraphisch umgelagerte Bedingungen.

Auf KRASILOV, der die beste Definition der genetischen Lagerstätten beobachtet hat, geht MOOSBRUGGER nicht ein.

Für unsere Fossilen Wälder und Hölzer sind wir eindeutig sehr häufig in einer deuterotopen Taphozönose (Petretrunci III und IV), ausgenommen die Petresilva I und II (isotope und homoiotrope Taphozönose).

Im Folgenden wird für Fossile Wälder und deren Charakterisierung das Modell von KRASILOV (1975) verwendet (Tabelle 1).

Eine kurze Interpretation dieser Befunde wird bei der Auflistung in Tab. 2 versucht, um jeden „Fossilen Wald“ charakterisieren zu können.

Wir haben nun verschiedene Definitionen kennengelernt, die hier nochmals in ihrem Zusammenhang erklärt werden:

Tabelle 1: Genetische Klassifikation nach KRASILOV 1975.

1 Schicht und Taphozönose, Thanatozönose oder Oryctoazönose:
a Ausdehnung und Form: fluviatile Schüttung, Linsen, Schicht
b Verteilung: schichtintern oder Schichtoberfläche
c Gesteinstyp: klastisch, Schotter bis Sande, Tone, Pyroklastica-Tuffite
d Mächtigkeit: mächtig, meterdick, dünnlagig
e Anordnung: orientiert oder regellos
f Konzentration: disperse oder orientierte Verteilung
2 Organ-Dominanz: Xylozönose, Rhizozönose, Truncozönose
3 Fossilisationstyp: Petrifizierung (Silifizierung) oder Lignitisierung, Mineralisierung
4 Größe: Makrotaphozönose (über 2 mm Größe)– isomer oder heteromer, Megataphozönose (über 1 m Größe) bzw. Gigataphozönose (über 10 m Größe)
5 Herkunftsdistanz: allochthon (=0% in situ) oder autochthon (eu-, hyp-, semi-, 100 % in situ)
6 Artenvielfalt und Dominanz: polyspezifisch und oligodominant
7 Synusiale Komposition: oligosynusial und polytop
8 Zeitliche Umlagerung: xenostrat, z.T. homiostrat (in situ, autochthon)

Autochthon-allochthon: betrifft Distanzen, ohne weitere Informationen zu Taphozönose usw.; Informationen zum Sediment.

Synchron-heterochron: betrifft Zeiteinheiten ohne weitere Informationen zu Taphozönose usw.; Informationen zu Klima, Waldtyp usw.

Isotrop, homiootrop, allotrop und deuterotrop : betrifft Biotope bzw. Taphozönosen

Homiostrat – xenostrat : betrifft die Schichten und Horizonte, ohne weitere Informationen zu Taphozönose usw., aber mit Informationen geologisch-fazieller Art

5.2 Definition der Begriffe homiostrat und xenostrat

Zum vorigen Punkt 8 in Tab. 1 möge hier noch eine Definition gebracht werden, um die neuen Begriffe zu erläutern: ähnlich den Begriffen autochthon und allochthon wird hier davon ausgegangen, dass in einem Falle die Fossilien zeitgleich mit dem Sediment sind, also zwar geographisch umgelagert sein können, aber nicht zeitlich – das wird als homiostrat bezeichnet.

Im anderen Falle soll der Begriff xenostrat die Zeit-Ungleichheit eines Fossils im Sediment anzeigen, indem eine Umlagerung aus älteren Sedimenten eindeutig beweisbar ist.

Zum letzten Falle seien solche eindeutigen Beweise geliefert durch:

- a)** Vorkommen tropisch-subtropischer Hölzer in eiszeitlichen Sedimenten, z.B. Palmenreste in Löss
 - b)** wie a), aber eindeutig mit weiteren Beweisen für Umlagerung wie Frostsprenglinge, mineralogische Unterschiede (Kieselholz in Torf), usw.
 - c)** Vorkommen von zwei bis drei oder mehr „Ökotypen“, die nicht zusammen vorkommen, z.B. tropische und gemäßigte Holztypen in einem Sediment, auch bei großen Stämmen
 - d)** Anhaftung von Sedimentpartikeln, die schichtfremd sind, z.B. Sandstein in Fugen der Hölzer, aber in tonigem Sediment oder in einem lehmigen oder sandigen Boden
 - e)** ähnlich d), aber mit pyroklastischen oder ähnliche Bedingungen in diagenetisch davon völlig verschiedenen Sedimenten, z.B. tuffitische Umhüllung eines Holzes in fluviatilem Sediment.
- Gerade bei Kieselhölzern ist oftmals eine Mischung aus verschiedenen Klimazonen, Biotopen, Faziesbereichen usw. zu bemerken, die keine Interpretation des Hinterlandes usw. zulassen – daher die neuen Begriffe.

5.3 Mineralisierung beim Fossilen Wald

Für die Mineralisierung gilt nun folgendes: Bestehen die Stämme, Hölzer usw. aus Verkieselungen jeglicher Art, wird der Begriff Petresilva angewandt, bei Ligniterhaltung

Lignisilva (die Endung müsste eigentlich auf -fi- lauten, also Petrefisilva usw. – wird aber aufgrund der einfacheren Handhabung weggelassen). Damit ist sofort eine eindeutige Zuordnung gegeben.

Für bestimmte vollständige Mineralisierungen gilt dann: der seltene Fall einer Verkalkung wird Calcisilva genannt, der einer Uranvererzung Uranisilva (KIRCHHEIMER 1981) und eine Eisenerzimpregnation Ferrisilva. Gleiches gilt für die Petretrunci, Lignitrunci, Calcitrunci, Ferritrunci usw.

Zu jedem Begriff des Waldes xter Ordnung sollte also noch die **Mineralisierung** hinzugefügt werden, z.B. Mineralisierung Opal, Dolomit, Siderit usw. Eine Vollmineralisierung könnte durch Schrägstrich von der teilweisen Imprägnierung oder Kluftfüllung unterschieden werden (vgl. auch HARDT 1958, GREGOR & THEWALT 2001).

Lignisilva 3.Ordnung (Opal/Chalcedon) bedeutet: Holzstruktur mit Opal- und Chalcedoneinschlüssen

Petresilva 1.Ordnung (Achat) bedeutet: in situ stehende Stubben in Achaterhaltung

Mineratrunci 4. Ordnung (Rauchquarz) bedeutet: allochthone Splitter von Holz, in Rauchquarzerhaltung durchgehend. Eine zur Bestimmung sehr hinderliche Umkristallisierung der Zellstruktur und Quarzkristall-Ausbildung wurde mehrfach von SELMEIER (2003a, Fig. 11, 2003b, Abb. 8) mitgeteilt.

3.4 Praktische Klassifikation „Fossiler Wald“

Angewandt auf unsere Fossilen Wälder und Hölzer würde das Bild einer systematischen Klassifikation folgendermaßen aussehen (Tab. 2).

5.4.1 Prae-, infra- und postdiagenetische Informationen

Die diagenetischen Bedingungen lassen sich von denen, die Fauna oder Flora hinterlassen abtrennen. Man kann folgende Kriterien studieren:

Anhängsel:

Anhängende Teile wie Zapfen oder Blätter oder andere Früchte am Ast oder Stamm deuten rasche Einbettung nach Katastrophe etc. an. Beispiel: Lignitrunci IV (Zapfen, Tempestit)

Feuereinwirkung:

Notizen über Feuereinwirkung sind wichtig (Fusit und Fusinit, zerborstene Zellstrukturen etc.), um evtl. Aussagen über Waldbrände zu gewinnen (vgl. Taf. 13, Fig. 1) – diese können durch oberflächennahe Lage des Fusit von internen Zersplitterungen (vulkanischer Art) unterschieden werden. Beispiel: Lignisilva 2. Ordnung (Xylit/Siderit, Fusit) bedeutet: Xylitische Holzstämmen wenig transportiert mit Sideriteinlagerung und Fusitspuren.

Thermisch-vulkanische Beeinflussung: gesplittertes und wieder verkittetes Holz, vulkanisch beansprucht (vgl. Taf. 34, Fig. 2-4; Taf. 35, Fig. 1, 2, Taf. 36, Fig. 2; Taf. 37. Beispiel: Petresilva III (Opal/vulkan. gesplittert); vgl. Taf. 34, Fig. 2-4

Verwesung fortgeschritten: Stammlöcher im Sediment oder nur noch limonitische Umhüllungsschwarten. Beispiel: Minerasilva II-III (Fe_2O_3 /Schwarte).

Umhüllungen: Sediment oder Pyroklast/Tuffit als Umhüllung eines Holzes, „Geröll“ in Pyroklast, evtl. aus älterer Zeit; ein solches gesplittertes Kieselholz-Stück wurde vor kurzem an einem Straßenprofil bei Bulzi auf Sardinien gefunden (Leg. GREGOR E 933/24B) – mit grünem Tuffit umhüllt. Beispiel: Petretrunci IV (schwarz, SiO_2 /Tuffit hell; Petretrunci IV (braun, SiO_2 /Tuffit, grün).

Lakunenbildung: dieser Spezialfall betrifft thermisch beeinflusste Hölzer, die stellenweise aufreißen und eine Menge rundlicher bis eckiger Löcher zeigen, die durch Achat z.B. aufgefüllt sind; der Vorgang ist häufig auf Java und Sardinien – vgl. Taf. 35, Fig. 4-6.

Tabelle 2: Zusammenstellung der fossilen Waldtypen und der genetischen Klassifikation mitsamt Beobachtungen im Gelände

Wald mit x-ter Ordnung und Materialkennzeichnung	Genetische Klassifizierung der Xyloflora nach KRASILOV 1975	Beobachtung im Gelände: Schichtverhalten
Fossiler Wald I Petresilva 1.Ordnung Lignisilva 1.Ordnung Minerasilva 1. Ordnung	Isomere MakroPalaeobiozönose, Xylo- und Rhizozönose, eu- bis hypautochthon, polyspezifisch, oligodominant, oligosynusial, polytop, homoiostrat	Stratum mit „bedding surface“, ehemaliger Torf oder Boden (Ton etc.), dicklagig, orientiert, konzentriert, palustrisch, limnisch, paralisch
Fossiler Wald II Petresilva 2.Ordnung Lignisilva 2.Ordnung Minerasilva 2. Ordnung	Iso- bis heteromere Makrothanatozönose, Xylozönose, semiautochthon, polyspezifisch, oligodominant, oligosynusial, polytop, homoio- bis wenig xenostrat	Stratum mit „bedding surface“ oder schichtinternes Vorkommen, ehemaliger Torf oder Boden (Ton etc.), dick- bis dünnlagig, orientiert, konzentriert, marin-paralisch, palustrisch, limnisch-fluviatil
Fossiler Wald III Petresilva bzw. Petretrunci 3.Ordnung bzw. Lignisilva/trunci 3.Ordnung Minerasilva/trunci 3. Ordnung	Iso- bis heteromere Makrothanato- bis Orycto- bis Xylozönose, allochthon, polyspezifisch, oligodominant, oligosynusial, polytop, homoiostrat bis xenostrat	Stratum oder Linse mit schichtinternem Vorkommen“, Klastisches Sediment (Sand, Ton etc.), dick- oder dünnlagig, orientiert oder regellos, konzentriert oder dispers, marin-paralisch, limnisch-fluviatil, palustrisch
Fossiler Wald IV Petretrunci 4.Ordnung Lignitrunci 4.Ordnung Mineratrunci 4. Ordnung	Iso- bis heteromere Makroorycto- bis Xylozönose, allochthon, poly- bis monospezifisch, mono- bis oligodominant, mono- bis oligosynusial, mono- bis oligotop, oft xenostrat	Stratum oder Linse mit inside-Vorkommen, Tuffit, Schotter, Sand, dick- oder dünnlagig, orientiert oder regellos, konzentriert oder dispers, limnisch-fluviatil, marin, paralisch, palustrisch
Fossiler Wald Algaesilva bzw. Algaetrunci 1.-4. Ordnung, I-IV	Isomere Gigataphozönose, autochthon, oft monospezifisch; allochthon ebenso möglich Iso- bis heteromere Makrotapho- bis Orycto- bis Xylozönose, autochthon bis allochthon, mono- bis polyspezifisch, mono- bis oligodominant, mono- bis oligosynusial, mono- bis polytop, homoio- bis xenostrat	Meist tuffitische Vulkanite, marin bis limnisch, Algen marin oder limnisch, ummanteln senkrechte Stubben oder andersliegende Stämme Stratum oder Linse, bedding surface oder schichtintern, hydrothermal-tuffitisch, evaporitisch, dick- oder dünnlagig, orientiert oder regellos, konzentriert oder dispers, marin-paralisch, limnisch
Fossiler Wald Petretrunci 2.-4.Ordnung Lignitrunci 2.-4.Ordnung Mineratrunci 2.-4. Ordnung	Sonderfälle betreffs nähere Aussagen zur Ökologie usw. 1. Mischflora (Zapfen am Ast) 2. Bohrmuscheln, Seepocken, Austern, Seelilien (marin) 3 Insekten, Vögel, Pilze (terrestrisch) 4 Feuer (funitisch) Usw.	Schichtintern, Tempestite, Vulkanite, Driften im marinen Bereich, fluviatile Ablagerungen wie Braunkohlen und -tone, Sande

Hohlformen: hier sind zwar noch die Umhüllungen vorhanden, doch die wohl ehemals vorhandenen Reste von Stämmen etc. sind vergangen; als Beispiel möge die senkrechte Hohlform im Pyroklast des Bausenberges gelten, die auf einen Stamm mit etwa 4 m Höhe und einem Durchmesser von 35 cm schließen lässt – obwohl er nicht mehr vorhanden ist (MÜLLER & SCHRÖDER 2003: 25, Abb. mit Profil Schlackengrube B VIII). Ähnliches erwähnt RANSOM (1955: 66-70) auch aus den Oregon Lava Lands. Dort wurden ca. 1000 Baumhohlformen im „Lava Cast Forest“ gefunden. Beispiel: Petresilva I (Pyroklast, Hohlform).

Teilweises Trockenfallen: bei lignitischen Hölzern vermutet man beim Auftreten von Siderit (Eisenkarbonat) kurzfristiges Trockenfallen und somit Sauerstoffzufuhr (Luft) bei der kurzfristigen Verwesung, die aber bald wieder durch Überflutung gestoppt wurde (vgl. Taf. 29, Fig. 7). Beispiel: Lignitrunci III (Siderit).

Vertikaler oder horizontaler Druck: viele fossile Stämme sind in ihrer Stamm-Rundung betroffen und zeigen ellipsoide Verhältnisse – hier wurde diagenetisch ein Sedimentdruck ausgeübt, der auch oft durch Harnische belegt ist. Setzungsdruck ist durch Biegung von dünnen Horizonten (Sackung nachweisbar). Gagatisierung ist ein Anzeichen von tektonischen Bedingungen im Sediment oder von Setzungsdruck, oft gekoppelt mit einer Pyritisierung.

Beispiel: Lignitrunci III (Vertikaldruck). Eigenartigen Sedimentdruck zeigen auch manchmal Braunkohlenhölzer mit wellenartigem Verlauf (vgl. Taf. 34, Fig. 1). Manchmal sind große Stämme auch nicht verdrückt, aber dafür intern zersplittert und zerbrochen, was bei den meisten Exemplaren von Bayreuth der Fall ist (vgl. Taf. 38, 39).

Windschliff: bei lange im Wüstensand liegenden Hölzern kommt es zur Wüstenlackbildung bzw. Windschliff auf der Oberfläche des versteinerten Holzes (vgl. Taf. 39, Fig. 3).

Beispiel: Petretrunci IV (Wüstenlack)

Verwitterungsrinde:

Als letztes kommt die Verwitterungsrinde, die keine echte Rinde darstellt, sondern nur einer äußeren Umhüllung, also einer Rinde ähnelt. Dies kann durch das Kürzel VR im Gegensatz zum seltenen Vorkommen der echten Rinde am Stamm (Kürzel R) dargestellt werden. Wie DERNBACH & GREGOR (1995) nachgewiesen haben, findet man in der weißlichen „Rinde“ oft noch Tracheiden usw., die zeigen, dass echte Rinde fehlt.

Beispiel: Petrifitrunci 4. Ordnung (Opal/Quarzkluft, VR) bedeutet: Fossile Einzelhölzer aus Opal mit Quarzklüften und weißer Verwitterungsrinde.

Weitere Aspekte werden in Kap. 5.4.2 zusammengefasst.

5.4.2 Taphonomische bedeutsame Fälle

Zur pathologischen und externen Beanspruchung der Stämme oder Hölzer sei noch folgendes nachgetragen: Ascomyceten und Basidiomyceten oder Insektenbefall (vgl. KLINGER & v.KOENIGSWALD 1984) gehören zur normalen Ausbildung bei Bäumen in einem Wald und werden ebenfalls extra bezeichnet. Soweit möglich, werden auch Taxa oder Gruppen mit in die Überlegungen mit einbezogen, z.B. Käfer oder Holzwespen (LINSTOW 1906). Auch *Anobium* (Klopfkäfer) wurde schon mehrfach benannt (SELMEIER 1984 b, LINSTOW 1906). Anders ist der Fall mit marinen Beanspruchungen wie Bohrmuschellöcher, Aufwuchs mit Seepocken, Austern oder Seelilien usw. – diese werden zur Diagnose mit herangezogen.

Beispiel: Lignitrunci III (Pilze/Fusit) bedeutet z.T. verbranntes Holz und Pilzbefall auf relativ großen Hölzern. Petretrunci IV (*Anobium*, Spechtvogel) zeigt das Vorkommen von Insektengang und Vogelhackloch an einem kleinen Stück fossilen Holzes.

Bei den **Sonderfällen** kurz nach der Einbettung bzw. dem Absterben unterscheiden wir nun folgende Kriterien:

Aufwuchs von marinen Organismen: Seepocken, Austern, Seelilien, als Aufwuchs (vgl. Taf. 14, Fig. 5, 6).

Beispiel: Petresilva III (VR, Drift/Balaniden)

Bohrung bzw. Bohrgang bei marinen und brackischen Organismen: Bohrmuscheln (Pholadiden und Teredineen, vgl. BERTLING et al. 1995) und Bohrschwämme, vgl. Taf. 25, Fig. 3, 4; Taf. 16, Fig. 2; Taf. 40, Fig. 1-3; Taf. 12, Fig. 4).

Beispiel: Petresilva III (D/Cliona, Pholadiden)

Bohrung bzw. Bohrgang bei terrestrischen Organismen: Insektenbohrgang oder –kot in einem Gang im Holz – deutlich muss hier unterschieden werden zwischen „alten“ (Taf. 27, Fig. 5, Taf. 29, Fig. 8) und „rezenten“ Bohrungen (z.B. heutige Hornissenbauten in Stämmen von Dunarobba)

Beispiel: Lignisilva I (R/Insekt)

Pilzbefall: deutet immer „luftige“ Bedingungen an, die Wasserbedeckung ist also mehr oder weniger kurzfristig verschwunden – wir haben also ein Sauerstoffangebot

Hacklöcher oder „Spechtlöcher“: zeigen Stammverwundungen von Vögeln an, die auf Insektennahrung spezialisiert sind (Taf. 26, Fig. 5)

Biss-Spuren von Nagetieren: findet man relativ selten, oft auch an Nüssen, Zapfen usw., oft an den Spuren der vorderen Schneidezähne kenntlich

„Senker“: hier sind Wurzeln eines Halbschmarotzers im Holz (z.B. Mistel).

5.4.3 Beispiele für die Typen der Fossilen Wälder weltweit

Im Folgenden wird eine kurze Charakteristik der wichtigsten Typen der besprochenen Wälder vorgelegt, kombiniert mit den besten und eindeutigsten Beispielen, die richtungsweisend sind für die gesamte Problematik (Tab. 3).

Tabelle 3: Fossile Wälder mit Beispielen, Typus und Lokalität sowie Bemerkungen zum Sediment

Wald-Typ	Beste Ausprägung/ Region	Bemerkungen zum Sediment	Bezeichnung nach Definition
Fossiler Wald 1. Ordnung, I	Lesbos – Apolithomeno	Pyroklastika	Petresilva/Achat/Äste bzw.
	Dassos		Agathasilva/rot, gelb, weiß/VR
	Dunarobba	Tonmergel	Lignisilva/Xylit/Insekten
eindeutig und vollständig homiostrat	Wackersdorf	Braunkohle	Lignisilva
	Hambach-Flöz Frimmersdorf	Braunkohle	Lignisilva/Siderit/Fusit
	Klettwitz	Braunkohle	Lignisilva
	Lausanne	Sandstein	Petresilva
	Stirone	Braunkohle	Lignisilva
	Lemnos	Tuffit	Petresilva
	Soby	Braunkohle	Lignisilva
	Alexander Island		Petresilva
	Yellowstone		Petresilva
	St. Barbara	Braunkohle	Lignisilva/Xylit
	Goldau und Krummenau	Molasse-Mergel	Gagat/Lignit
Fossiler Wald 2. Ordnung, II	Libya	Sand aufliegend/ unbek. Sed.	Petresilva/Wüstenlack
	Utah		Petresilva
homiostrat	Arizona		Petresilva
bis wenig	Ägypten-Mokkatam	Sand, Sandstein	Petresilva
xenostrat	Chemnitz	Rote Tone, Perm	Petresilva
	Bayreuth		Petresilva
	Rauscheröd	Sand (Ortenburger Schotter)	Petresilva/xenostrat/VR
	Kassel-Meissner	Braunkohle	Lignisilva/Kieselsäure
	Kastoria	Pyroklastika	Petresilva/Achat

	Evros Euböa Normandie Myanmar Java Brasilien Isle of Wight	Pyroklastika Pyroklastika Flussablagerung Tuffit Sandstein- Kreide	Petresilva/Achat Petresilva/Achat Petresilva Petresilva Petresilva/Mineratrunci/Umhüll. Petresilva Petresilva
Fossiler Wald 3. Ordnung, III	Frankenalb Mokkatam Zuri	Glimmersande Konglomerat	Petretrunci/ xenostrat/Rinde Petretrunci Petretrunci/ xenostrat/ Konglomerat
Homoiostrat bis xenostrat	Marktl/Inn Molasse Aachen Helmstedt Willershausen Niederrhein Rhön Ratka Fayum Ankara Stirone Zwenkau Ponholz Pechgraben Frechen/Niederrhein Isle of Sheppey	Brackwassersediment Fluviatile Sedimente Sande Braunkohlen Mergel Braunkohle Braunkohle Pyroklastika Mariner Silt Braunkohle Braunkohle Fluviatiler Sand Fluviatiler Sand Marine Tone	Petretrunci Petretrunci/ xenostrat/ Konglomerat Petretrunci Petretrunci/ xenostrat/ Petretrunci/D/Cliona/Phola- diden/Insekten Lignitrunci Lignitrunci/pp. Pholadiden Lignitrunci/Fusit Lignisilva und -trunci Petretrunci/Limnoquarzit, Opal/zersplittert Petretrunci/xenostrat Petretrunci/Opal/zersplittert/VR Lignitrunci/Ostreen Lignitrunci/Kieselsäure/Rauch- quarz Lignitrunci/Fusit/Gips Minerasilva/Fe (Ferosilva) Lignitrunci/Tempestit/Zapfen Petretrunci/Lignin/Pholadiden/ Kalzit/Pyrit
Fossiler Wald 4. Ordn., IV oft xenostrat	Neuburg/Donau Molasse Ingolstadt Prambachkirchen Franken München Burtenbach Baldichieri Namibia Guatemala San Gimignano	Sande Keuper-Sande Eiszeit-Kies, Schotter mit Tempskya Eiszeit-Schotter mit Palme Mariner Sand Mariner Sand	Petretrunci/xenostrat Petretrunci/ xenostrat Petretrunci/xenostrat Petretrunci Petretrunci/Mineratrunci/PbS/ xenostrat Petretrunci/ xenostrat Petretrunci/ xenostrat Petretrunci Petretrunci Petretrunci/pp. xenostrat Lignitrunci/D/Balaniden
Fossiler Wald Algaesilva Algaetrunci Homoiostrat (?)	Lulworth/ Purbeck Sardinien (?) /Martis	Jura-Kalk Pyroklast	Algaesilva I Algaetrunci III(?)–Bubbling Reef(?)
Pseudowälder Bubbling reefs u.a.	Bulgarien Griechenland, Kap Makea Sardinien/Martis	Marine Silte Pyroklastika, Tuffite	„Steinerner Wald“ ?Röhrenwald „Foresta fossile“

Soweit möglich werden Daten zum Sediment und andere wichtige Gegebenheiten mit verwendet, um eine gute Charakterisierung der meisten besprochenen Fossilen Wälder zu gewährleisten. Allerdings wird kein Wert auf eine umfassende Charakteristik gelegt, da hierzu viele weitere Untersuchungen nötig wären.

5.4.4 Beispielhafter Vergleich fossiler Wälder (Griechenland-Sardinien)

Es soll hier ein Versuch gemacht werden, zwei bestimmte fossile Wälder zu vergleichen und so neue Aussagen zu bekommen. Diese Arbeitsweise könnte auf weitere Wälder übertragen werden.

Wirft man einen Blick auf die vorliegenden Bestimmungen der Hölzer zweier Systeme, speziell von Griechenland und von Sardinien, so fallen einem sofort die Unterschiede auf, obwohl beide Wälder praktisch aus derselben Zeit stammen:

In **Griechenland** (Lesbos u.a.) haben wir meist oberoligozänes bis untermiozänes Alter mit folgenden Taxa:

Cedroxylon sp., *Chimairoidoxylon conspicuum*, *Chimairoidoxylon lesboense*, *Coniferae* div. sp., *Ginkgoxylon diversicellatum*, *Ginkgoxylon lesboense*, *Laurinoxylon*, *Lithocarpoxylon helladae*, *Palmoxylon* sp., *Pinuxylon parenchymatosum*, *Pityoxylon*, *Podocarpoxylon* div. sp., *Quercoxylon intermedium*, *Quercoxylon* sp., *Sequoia*, *Taxaceoxylon biseriatum*, *Taxodioxylon gypsaceum*, *Tetraclinoxylon velitzelosii*, *Thujoxylon antissum*.

Alle Taxa sind subtropisch und deuten ein warm-gemäßigtes Klima an; die Biotope sind koniferenreich und zeigen eine mit Blättern und Früchten vergleichbare Flora (*Quercoxylon* – *Quercus*, *Tetraclinoxylon* – *Tetraclinis*, *Laurinoxylon* – *Laurophyllum* usw.).

Wir haben auf Lesbos einen Petresilva I (Pyroklast) vor uns.

Auf **Sardinien** (Italien) sind die Sedimente, ebenfalls Tuffite, oligozänen bis miozänen Charakters und beinhalten u.a. folgende Taxa:

Bombacoxylon oweni, *Dombeyoxylon*, *Grewioxylon*, *Arganioxylon sardum*, *Sclerocaryoxylon chiarugii*, *Platanoxylon*, *Castanoxylon*, *Tetraclinoxylon* u.a.

Die Taxa sind subtropisch (die letzten drei Taxa) und tropisch (die ersten fünf Taxa) und deuten sowohl ein Cfa- als auch ein Af-Klima an, sind also gemischt; die Biotope sind koniferenarm und zeigen eine mit Blättern und Früchten nicht vergleichbare Flora (nur evtl. *Platanoxylon* – *Platanus*)

Wir haben hier einen Petresilva II-III (Schotter, Pyroklast) vor uns.

Auswertung:

Wie es aussieht, sind die griechischen Hölzer nicht umgelagert und dominant subtropisch (autochton und homoiostat), die sardischen (ähnlich bei ägyptischen, libyschen und ungarischen Fossilien) zeigen eine deutliche tropische Komponente im Neogen, was normalerweise aufgrund paläobotanischer Gegebenheiten unmöglich ist (allochthon, xenostrat).

Dieses soeben gezeigte Beispiel kann bei allen Wäldern angewandt werden und zeigt sehr schnell die Möglichkeit auf, eine Rekonstruktion eines ehemaligen Biotops vorzunehmen.

Bei guter Untersuchung eines fossilen Waldes vor Ort, geologisch sauberer Aufnahme, Beobachtung aller diagenetischen Daten und Einengung der petrographisch-lithologischen Problematik lässt sich ein eindeutig zuordenbares System erstellen. Man sollte niemals ein System wie das der fossilen Hölzer mit einem aus Blättern oder Früchten koppeln und daraus z.B. eine Klimaabfolge rekonstruieren (wie bei EHRlichmann & DONGUS 1981), da letztere beide immer andere Bedingungen aufweisen. Solches konnten GÜNTHER & GREGOR (1989-2004) bei Frucht- und Samenfloren (ohne Blattfloren!) im Hinblick auf schlamm- und spaltbare Schichten gut nachweisen.

Blätterfloren sind praktisch immer autochthon und homoiostat, Diasporenfloren können gemischt sein und bei Xylofloren ist immer (excl. Fossiler Wald 1. Ordnung) eine Umlagerung (allochthone, xenostrate Bedingungen) zu erwarten.

Einen sehr schönen Eindruck von der Problematik fossiler Hölzer und ihrer rezenten Vergleichsmöglichkeiten und damit der Gewinnung ökologischer Aussagen gab die Arbeit von PRAKASH (1973) mit indischen Taxa.

5.4.5 Fossile Wälder und ihre Klassifikation – ein Versuch

Hier werden vier Modelle in Tab. 4 bis 7 vorgelegt, die fossile Hölzer und Wälder in ihrer genetischen Lagerstätten-Klassifikation zeigt (nach KRASILOV 1975).

Ausgewählt sind erstens der fossile Wald von Lesbos und die fossilen Hölzer von Neuburg/Donau (Tab. 4, 5), also weit auseinander liegende Fundorte – und zweitens zwei nahe beieinanderliegende Wälder auf Sardinien (Tab. 6, 7).

Prinzipiell könnte man alle fossilen Wälder der Erde auf diese Weise „bereinigen“ und für saubere wissenschaftliche Aussagen herrichten.

Bereits diese beiden ersten Beispiele zeigen deutlich, dass man sie unterscheidbar, interpretierbar und somit wissenschaftlich brauchbar sind – wenn man ihre ihnen eigene Problematik kennzeichnet.

Weit auseinanderliegende Fundorte können natürlich jederzeit sehr ähnliche Bildungsbedingungen aufweisen, ebenso wie zueinander entfernte.

Als Fazit für Bayern (Tab. 5) möge erwähnt werden, dass in Molasseablagerungen praktisch nur der Petretrunci IV-Typ vorliegt, bedingt durch fluviatile Schüttungen, in Griechenland dagegen vor allem der Petresilva I, bedingt durch vulkanische Erhaltung in situ.

Da gerade die Erforschung des „Fossilen Waldes“ auf Sardinien ansteht (vgl. GREGOR et al. 2000), soll hier auch noch dieser Typ in zwei Varianten dargestellt werden (Tab. 6, 7), wobei die unterschiedlichen Fundorte zum Tragen kommen – diese sind aber z.T. sehr nahe beieinanderliegend, z.T. 100 km auseinander.

Tabelle 4: Fossiler Wald Apolithomeno Dassos östlich Sigri/ Lesbos/ Griechenland

Lagerstättentyp Petresilva I	Lesbos
1 Schicht und Taphozönose, Thanatozönose oder Orycto- zönose:	Orycto-, Taphozönosezönose
a Ausdehnung und Form: fluviatile Schüttung, Linsen, Schicht	vulkanische Schüttung
b Verteilung: schichtintern oder Schichtoberfläche	auf Paläosol, überdeckt
c Gesteinstyp: klastisch, Schotter bis Sande, Tone, Pyroklastica- Tuffite	Pyroklastica, Tuffite
d Mächtigkeit: mächtig, meterdick, dünnlagig	dickbankig (mehrere m)
e Anordnung: orientiert oder regellos	Regelloser Bewuchs
f Konzentration: disperse oder orientierte Verteilung	dispers
2 Organ-Dominanz: Xylozönose, Rhizozönose, Truncozönose	Rhizozönose
3 Fossilisationstyp: Petrifizierung (Silifizierung) oder Lignitisierung, Mineralisierung	Petrifizierung (Achat, Chalcedon, Opal)
4 Größe: Makrotaphozönose (über 2 mm Größe)– isomer oder heteromer, Megataphozönose (über 1 m Größe) bzw. Gigatapho- zönose (über 10 m Größe)	Megataphozönose bis Gogataphozönose isomer
5 Herkunftsdistanz: allochthon (=0% in situ) oder autochthon (eu-, hyp-, semi-, 100 % in situ)	Eu-autochthon
6 Artenvielfalt und Dominanz: polyspezifisch und oligodominant	Polyspezifisch, oligodominant
7 Synusiale Komposition: oligosynusial und polytop	Monosynusial, monotop
8 Zeitliche Umlagerung: xenostrat, z.T. homiostrat (in situ, autochthon)	homiostrat

Tabelle 5: Ackerfunde rund um die Region Neuburg/Donau/ Deutschland

Lagerstättentyp Petretrunci IV	Neuburg/Donau
1 Schicht und Taphozönose, Thanatozönose oder Oryctozone:	Thanatozönose
a Ausdehnung und Form: fluviale Schüttung, Linsen, Schicht	fluvial-limnische Schüttung
b Verteilung: schichtintern oder Schichtoberfläche	schichtintern
c Gesteinstyp: klastisch, Schotter bis Sande, Tone, Pyroklastica-Tuffite	klastisch, Sande
d Mächtigkeit: mächtig, meterdick, dünnlagig	einige Meter (Geröllhorizont, Glimmersande)
e Anordnung: orientiert oder regellos	regellos
f Konzentration: disperse oder orientierte Verteilung	dispers
2 Organ-Dominanz: Xylozönose, Rhizozönose, Truncozönose	Truncozönose
3 Fossilisationstyp: Petrifizierung (Silifizierung) oder Lignitisierung, Mineralisierung	Petrifizierung, Silifizierung
4 Größe: Makrotaphozönose (über 2 mm Größe) – isomer oder heteromer, Megataphozönose (über 1 m Größe) bzw. Gigataphozönose (über 10 m Größe)	Makrotaphozönose bis fast Megataphozönose
5 Herkunftsdistanz: allochthon (=0% in situ) oder autochthon (eu-, hyp-, semi-, 100 % in situ)	allochthon
6 Artenvielfalt und Dominanz: polyspezifisch und oligodominant	polyspezifisch, oligodominant
7 Synusiale Komposition: oligosynusial und polytop	polysynusial, polytop
8 Zeitliche Umlagerung: xenostrat, z.T. homoiostrat (in situ, autochthon)	xenostrat

Tabelle 6: Laerru-Rio Altana und Martis/Anglona (Sardinien/Italien) (betroffen sind die Asthölzer und Splitter in den Algenstotzen)

Lagerstättentyp Algaetrunci IV	Anglona
1 Schicht und Taphozönose, Thanatozönose oder Oryctozone:	Taphozönose
a Ausdehnung und Form: fluviale Schüttung, Linsen, Schicht	marin-lagunäre Sedimente
b Verteilung: schichtintern oder Schichtoberfläche	Schichtintern, algenintern
c Gesteinstyp: klastisch, Schotter bis Sande, Tone, Pyroklastica-Tuffite	Tuffite
d Mächtigkeit: mächtig, meterdick, dünnlagig	dünnlagige Verkieselungen
e Anordnung: orientiert oder regellos	regellos
f Konzentration: disperse oder orientierte Verteilung	orientiert
2 Organ-Dominanz: Xylozönose, Rhizozönose, Truncozönose	Algaezönose
3 Fossilisationstyp: Petrifizierung (Silifizierung) oder Lignitisierung, Mineralisierung	pp Petrifizierung
4 Größe: Makrotaphozönose (über 2 mm Größe) – isomer oder heteromer, Megataphozönose (über 1 m Größe) bzw. Gigataphozönose (über 10 m Größe)	Makrotaphozönose (Holz), Megataphozönose (Algen)
5 Herkunftsdistanz: allochthon (=0% in situ) oder autochthon (eu-, hyp-, semi-, 100 % in situ)	euautochthon (Algen) allochthon (Holz)
6 Artenvielfalt und Dominanz: polyspezifisch und oligodominant	monospezifisch, monodominant
7 Synusiale Komposition: oligosynusial und polytop	monosynusial, monotop
8 Zeitliche Umlagerung: xenostrat, z.T. homoiostrat (in situ, autochthon)	Xenostrat in homoiostraten Algen

Tab. 6 zeigt eindeutig autochthone Bedingungen in den Algenmänteln, aber allochthone in den kleinen, ast- und wurzellosen Zweigen oder Stämmchen. Vor kurzem wurde ein Stück Pyroklast gefunden, in dem ein zersplittertes Holz ummantelt von grünlichem Tuff lag – eindeutiger Beweis für einen katastrophalen, allochthonen Vorgang.

Zu Tab. 7 ist zu erwähnen, dass die Hölzer von Laerru-Carda im ersten Moment ähnlich wie die von Zuri-Soddi liegen, aber eine völlig anders geartete Xyloflora aufweisen, nämlich Koniferen verschiedener Art. In Zuri-Soddi sind es tropische Taxa (vgl. GREGOR et al. 2000: 17).

Zusammen mit diesem Typus des Algaesilva kommen auch nicht von Algen ummantelte Hölzer vor, die, wie erwähnt, zu einem anderen Typus gehören. Obwohl beide zum „Fossilen Wald“ von Anglona (Reklame auf Sardinien) gehören, sieht man deutlich die Unterschiede und somit die verschiedenen genetischen Bedingungen beider Vorkommen.

Sollte es sich bestätigen, dass die Algenstotzen zu einem System von „Bubbling reefs“ oder Ähnlichem gehören, wäre die Problematik auch von daher beweisbar – wir hätten also „Pseudo-Wälder“ bei dem Algaesilva vorliegen (vgl. Kap. 4.2.7).

Tab. 7: Zuri-Soddi/Anglona (Sardinien/Italien) (betroffen sind die nicht von Algen ummantelten Stammreste und Splitter)

Lagerstättentyp Algaetrunci IV	Anglona
1 Schicht und Taphozönose, Thanatozönose oder Oryctozone:	Thanatozönose
a Ausdehnung und Form: fluviatile Schüttung, Linsen, Schicht	Fluviatil-vulkanogene Abfolge
b Verteilung: schichtintern oder Schichtoberfläche	Schichtoberfläche
c Gesteinstyp: klastisch, Schotter bis Sande, Tone, Pyroklastica-Tuffite	Tuffite, Schotter, Sandsteine
d Mächtigkeit: mächtig, meterdick, dünnlagig	Geringmächtige Lagen
e Anordnung: orientiert oder regellos	regellos
f Konzentration: disperse oder orientierte Verteilung	orientiert
2 Organ-Dominanz: Xylozönose, Rhizozönose, Truncozönose	Truncozönose
3 Fossilisationstyp: Petrifizierung (Silifizierung) oder Lignitisierung, Mineralisierung	pp Petrifizierung
4 Größe: Makrotaphozönose (über 2 mm Größe)– isomer oder heteromer, Megataphozönose (über 1 m Größe) bzw. Gigataphozönose (über 10 m Größe)	Makrotaphozönose bis Megataphozönose
5 Herkunftsdistanz: allochthon (=0% in situ) oder autochthon (eu-, hyp-, semi-, 100 % in situ)	allochthon
6 Artenvielfalt und Dominanz: polyspezifisch und oligodominant	oligospezifisch, oligodominant
7 Synusiale Komposition: oligosynusial und polytop	monosynusial, oligotop
8 Zeitliche Umlagerung: xenostrat, z.T. homoiostrat (in situ, autochthon)	Xenostrat

Die folgende Tab. 7 zeigt ja deutlich das Vorkommen von großen Stammresten im Meterbereich, allerdings wieder alle ohne Wurzeln und in Konglomeraten (sic!) bzw. Sandsteinen liegend – es sind auf jeden Fall allochthone Verhältnisse zu fordern – der „Wald“ ist sicher umgelagert, da ja auch tropische Hölzer im Neogen vorkommen.

Es würde hier zu weit führen, wirklich alle „Fossilen Wälder“ der Welt zu charakterisieren, aber dies kann bei weiteren Publikationen von anderen Autoren als „Lagerstättentyp“ gemacht werden, um ähnlich wie bei Säugetierfundstellen eine stratigraphisch-systematische

Unterscheidung zu gewährleisten. Ein Teil weltweiter Fossiler Wälder wurde bereits in Tab. 3 vorgestellt und interpretiert.

5.5 Lagerstättentypen sedimentär

Um für unter Zeitdruck oder aus anderen Gründen beschränkte Aufnahmen fossiler Wälder eine Ansprache zu haben, werden wir hier eine kurze Möglichkeit zur Definition der Lagerstätten rein aufgrund der vorliegenden Gesteine vorlegen. Die Aussagen zum Wald sind dann gekoppelt mit dem Vorkommen der Hölzer, Stämme oder Wurzelstubben – aber eben in einem sehr viel überschaubareren Rahmen als die detailgenaue KRASILOV'sche Analyse für Spezialisten. Hier können auch eigene Angaben mit einfließen (Zeit, Wetter, usw.). Dies sei vor allem Sammlern empfohlen, damit die zugehörigen Daten zu den Hölzern und Wäldern mitgeteilt werden können, evtl. sogar in einem Tagebuch festgehalten. Fotografien gehören unbedingt zur Aufnahme mit dazu. Natürlich ist das vorliegende System ausbaufähig.

Lagerstättentyp I: Sedimente

Sedimenttyp

A Tone
B Sande
C Kiese
D Schotter
E Kalke, massig, lagig
F Quarzite, Sandsteine
G Braunkohlen bzw. Torfe
H Mergel
I.....

Fazies

m Marin
l Limnisch
f Fluvial
t Terrestrisch

e.....

Autochthonie-Allochthonie

a Mit Paläosol, oder ohne
b Mit in-situ-Bewurzelung, oder ohne
c Ackerfunde, Wüstenfunde, Terrassen, Pedisemente (umgelagert)
d.....

Lagerstättentyp II: Vulkanite

Vulkanittyp

A Pyroklastika
B Tuffite
C Lahare

Autochthonie-Allochthonie

a Mit Paläosol, oder ohne
b Mit in-situ-Bewurzelung, oder ohne
c Mit thermischer Beeinflussung, oder ohne
d.....

Für beide Typen gilt:

Größe

1 kleine Reste bis 10 cm
2 mittlere Größe bis 100 cm
3 große Reste über 100 cm, ganze Stämme

Zusatz

zusätzlich: Material, Farbe der Hölzer, Struktur, u.a.....

Als Beispiele seien genannt:

Lesbos: Typ II-B-a,b-2,3-Achat, farbig, zellbietend
Sardinien/Zuri: Typ D-f-c-1,2-verkieselt, braun, zellbietend, z.T. kristallisiert
Rauscheröd: Typ C-f-c-1,2,3-verkieselt, braun, zellbietend, z.T. kristallisiert
Hambach: Typ G-t-a,b-2,3-Lignit, braunschwarz
Stirone: Typ A-m-c-1,2-Lignit, schwarz
Kongo: Typ B-t-c-3-Xylit, braun

6 Schlussfolgerungen

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass Kieselhölzer in Molassesedimenten und Äquivalenten, in marinen Schichten und in palustrisch-limnischen nur bedingt zu palökologischen, paläoklimatologischen oder stratigraphischen Aussagen herangezogen werden können, aber als geologische „Problematika“ sehr gute Indikatoren für einen bisher stiefmütterlich behandelten Zweig der Geologie gelten können – die Untersuchung der Xylozönosen (sensu KRASILOV 1975) und der Petresilva (siehe hier).

Eine Systematik fossiler Wälder fehlt bisher und soll weiter verfolgt werden. Es lassen sich aber bis jetzt schon 4 verschiedene Modelle fassen:

1. echter fossiler Wald in situ mit Wurzeln und Ästen in einem Paläosol (Fossiler Wald 1. Ordnung), autochthon, homoiostrat
2. nur wenig transportierte Stämme ohne Wurzeln, aber z.T. noch mit Basis oder Astansätzen (Fossiler Wald 2. Ordnung), semiautochthon bis allochthon, homoiostrat bis wenig xenostrat
3. weiter transportierte Stämme und kleinere Teile ohne Wurzelbereich, ohne Äste (Fossiler Wald 3. Ordnung), allochthon, oft xenostrat
4. Kein Wald mehr im Nahbereich, aber fern - einzelne große und kleine Hölzer, Splitter, Frostsprenglinge, Erosionsrelikte. (Fossile Hölzer (bzw. Fossiler Wald) 4. Ordnung), allochthon, xenostrat

Sonderfall: Algenummantelte Stamm- und Holzreste, von in-situ bis allochthon

Diese Unterteilungen sind notwendig, um Interpretationen zur Ökologie, zum Klima oder zur Stratigraphie richtig beurteilen zu können. Bei Umlagerung ist eben keine Interpretation für die Lieferzeitspanne mehr möglich.

Sonderfälle wie Mischvorkommen, tierische und/oder andere Beeinflussungen, von Algen ummantelte Stämme, sind überaus häufig.

Als Definition wird vorgeschlagen: Petresilva/trunci 1. bis 4. Ordnung bzw. für nicht versteinerte Lignisilva/trunci I-IV wie gehabt, Minerasilva/trunci I-IV für mineralisierte und Algaesilva/trunci I-IV für algenummantelte Wald- bzw. Holzreste.

Pseudowälder betreffen Sandsteinkegel, bubbling reefs oder andere Phänomene.

Die Versteinierung betrifft vor allem Verkieselungen (Quarz, Opal, Achat), Vererzungen (Markasit, Limonit), Evaporitisierungen (Baryt, Fluorit, Anhydrit), selten Verkalkung oder Erhaltung in Metall, z.B. Kupfer – also alles petrifizierte Xylofloren. Fehlende Versteinierung erlaubt den Hölzern, sich in Lignit/Gagat verschiedener Ausprägungen zu verwandeln – wir haben den Übergang von Phytoleuma zu einer Xyloflora. Bei Vorliegen von Wurzelresten in situ kann man noch von einer Rhizozönose sprechen, speziell wenn die Stämme vielleicht schon abgefaut sind.

Es ist auf die oben beschriebene Weise möglich, alle weltweit existierenden Wälder oder Holzvorkommen systematisch in einer speziellen Lagerstättentypologie zu erfassen und damit endlich z.T. unsinnige bzw. falsch verwendete Begriffe wie „Fossiler Wald“, bei Vorliegen einzelner Hölzer, zu vermeiden.

Es gibt nur wenige echte Fossile Wälder weltweit, wobei in Europa vor allem der von Lesbos (Griechenland, Achat) zu nennen ist, aber auch der von Dunarobba (Italien, Xylit) oder der amerikanische vom Yellowstone National Park (USA, Achat) bzw. die Schweizer von Goldau und Krummenau (Gagaterhaltung).

Die Molasseablagerungen und ähnliche Sedimente zeigen fast immer allochthone Bedingungen bei den umgelagerten, meist verkieselten Hölzern, die keinesfalls ökologisch-klimatisch für die fossilführende Sedimentphase zu interpretieren sind.

Eine kleine Lagerstättenkunde für Sammler kann die Typologie der Funde ergänzen.

Literatur

- ANSELM, S., BIONDI, E., PACI, R. (1982): Foreste e boschi nella bassa vallesina del 400: fonti cartografiche e resti subfossili. - Quaderni Storici, **49** (1) : 363-369.
- ABEL, O. (1927): Lebensbilder aus der Pflanzenwelt der Vorzeit. - 643 S., 507 Abb., 1 Farbtaf., Jena
- AMBROSETTI, P., BASILICI, G., GENTILI, S., BIONDI, E., CERQUAGLIA, Z. & GIROTTI, O. (1992): La Foresta Fossile di Dunarobba - 90 S., 48 ABB., 20 Farbfotos. Ediert, Todi
- ANONYMUS (2004): Arbeitskreis für Paläobotanik und Palynologie, Jahrestagung 20.-22.5.2004 – Programm und Tagungsabstracts.- 28 S., München
- APOSTOLIKAS, A. (1989): Die Xylithe der miozänen Braunkohle von Aliveri/Euböa (Griechenland).- Documenta naturae, **46**: 22-33, 2 Abb., 4 Tab. München
- ATTIMS, Y. & CRÉMIER, F. (1969): Etude de quelques bois fossiles du Mésozoïque du Maroc.- Notes & M. Serv. Geol. Maroc, **210** : 19-92, 28 figs., 3 tabs., 7 pls., Paris
- BANDE, M. B. & KHATRI, S. K. (1980): Some more fossil woods from the Deccan Intertrappean beds of Mandla District, Madhya Pradesh, India. – Palaeontographica, Abt. B, **173** (4-6): 147-165, Stuttgart
- BANKS, M. R. (1949): Tertiary fossil forest at Macquarie Plains.- Univ Tasmania Geol. Dept. Publ. 26: 1-11, 2 figs., Shea Government Printer, Tasmania
- BARTHELT, D. (1989): Faziesanalyse und Untersuchungen der Sedimentationsmechanismen in der Unteren Brackwasser-Molasse Oberbayerns. — Münchner Geowiss. Abh., (A), **17**: 1-118, 14 Abb., 13 Tab., 14 Taf., München
- BAUTSCH, H. J., KAHLERT, E., RÜFFLE, L. & SÜSS, H. (2005): Ein silifiziertes Palmenholz-Geschiebe von der Insel Hiddensee (Ostsee).- Z. Geol. Wiss., in Vorb.
- BECKER, B. (1982): Dendrochronologische Untersuchung von subfossilen Baumstämmen aus dem Donauebett an den Staustufenanlagen in Dillingen und Höchstätt.- Persönl. Ber. an Herrn BICHLER von der Mittleren Donau-Kraftwerk A.G. in München, 7 S., Stuttgart-Hohenheim
- BERA, S. & BANERJEE, M. (2001): Petrified wood remains from Neogene sediments of the Nugal Basin, India, with remarks on Palaeoecology.- Palaeontographica, B, **260**: 167-199, Stuttgart
- BERTLING, M., HERMANN, K. & HOCHT, v. d., F. (1995): Sedimentologie und Paläontologie autochthoner Muschel-Bohrungen in Kohleflözen (Neogen der Niederrheinischen Bucht).- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **12**: 711-736, 9 Abb., Stuttgart
- BEUST, F. (1884): Untersuchung über fossile Hölzer aus Grönland.- Denkschr. Schweiz. Ges. ges. Naturwiss., **XXIX**: 3-43, 4 Tab., 6 Taf., Commissions-Verlag H. Georg, Basel
- BIONDI, E. (1976): Un legno fossile di tipo *Araucarioxylon* nelle „marne a fucoidi“ dell'Appennino Umbro-Marchigiano (Italia centrale), Webbia , **30** (2) : 379-486
- BIONDI, E. (1978): *Protopodocarpoxylon pedrotti* n.sp. rinvenuta nell'Albiano delle Alpi. - Stud.Trentini Sci. Nat., **55** : 17-34
- BIONDI, E. (1979): *Tetraclinoxylon anglonae* n.sp. di legno fossile della Sardegna del Nord. - Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., **19** : 203-215

- BIONDI, E. (1980a): *Protophyllocladoxylon* aff. *subdiphtericum* Dupéron-Laudouen.: nuovo reperto fossile nelle „marne a fucoidi“ dell'Appennino Umbro-Marchigiano (Italia centrale). - *Webbia*, **34** (2): 663-676
- BIONDI, E. (1980b): Flora paleoxilologica del Terziario della Sardegna e suo interesse paleofitogeografico. - *Lav. Soc. Ital. Biogeogr.*, **8**: 125-138
- BIONDI, E. (1981a): *Arganioxylum sardum* n.gen. n.sp., *Sclerocarioxylum chiarugii* n.gen. et n.sp. bois fossiles du Miocène de la Sardaigne (Italie). - *Rev. Paleobot. Palynol.*, **34**: 301-320
- BIONDI, E. (1981b): *Ulmoxylon marchesonii* n.sp. di almo fossile rivenuta sui Monti Sibillini. - *Stud. Tridentini Sci. Nat.*, **58**: 77-91
- BIONDI, E. (1981c): Considerazioni sulla paleoecologia del Terziario della Sardegna ricavate dallo studio dei legni fossili. - *Atti I Congr. Naz. Soc. Ital. Ecol.*, **I**: 339-342
- BIONDI, E. (1982): *Taxodioxylon gypsaceum* (Göppert) Kräusel legno fossile rinvenuto nel Miocene dell'Italia centrale. - *Giorn. Bot. Ital.*, **116** (5-6): 227-233
- BIONDI, E. (1983a): Etude d'un bois fossile du Jurassique des Préalpes Italiennes: *Protopodocarpoxylon dariae* nov.sp. - *Geobios*, **16** (3): 363-369
- BIONDI, E. (1983b): Il macrofossili vegetali del Torrente Conca. In: Le più antiche tracce dell'uomo nel territorio forlivese e faentino: Forlì: 45-48
- BIONDI, E. (1985): *Callitryoxylon boureaui* nov.sp., Cupressaceae fossile du Tertiaire de la Sardaigne septentrionale (Italie). - *Livre jubilaire Ed. Boureau, Mém.C.T.H.S.*, Paris, **8**: 225-234
- BIONDI, E. & BRUGIAPAGLIA, E. (1991): *Taxodioxylon gypsaceum* in the fossil forest of Dunarobba (Umbria, Central Italy). - *Flora Medit.*, **1**: 111-120
- BIONDI, E., FILIGHEDDU, R. & TILOCCA, G. (1989): Wood fossils in the Lower Miocene of North Sardinia (Italy) and stratigraphic implications. - *Abstracts 2nd Europ. Palaeobot. Conf.*, p. 27, Madrid
- BIONDI, E., KOENIGUER, J.-C. & PRIVE-GILL, C. (1985): Bois fossiles et végétations arboréscentes des régions méditerranéennes durant le Tertiaire. - *Giorn. Bot. Ital.*, **119**, (3-4): 167-196, 25 figs.
- BIONDI, E., PREDROTTI, F. & TOMASI, G. (1981): Relici di antiche foreste sul fondo di alcuni laghi del Trentino. - *Stud. Trentini Sci. Nat.*, **58**: 93-117
- BIONDI, E. & RAIMONDO, F. (1980): Primo rinvenimento di legni fossili sulle Madonie. - *Giorn. Bot. Ital.*, **114** (3-4): 128-129
- BLÜTHGEN, J. (1966): *Allgemeine Klimageographie*. - 720 S., Walter de Gruyter & Co., Berlin
- BOEREN, I., KNIPPING, M. & STIKA H.-P. (2004): Dendroökologische Untersuchungen und Pollen- sowie Makrorestanalysen zum spätglazialen Wald von Reichwalde, Oberlausitz.- RTG-Tagung Reichwalde 2004, Abstracts
- BÖHME, M. (2003): The Miocene Climate Optimum: evidence from ectothermic vertebrates of Central Europe.- *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **3103**: 1-13, 5 text-figs., Elsevier
- BOWMAN, L. & C. (1992): *Petrified Forest*.- 49 pp., many coloured plates, KC Publications, Inc.

- BOWN, Th.M., KRAUS, M.J., WING, S.L., FLEAGLE, J.G., TIFFNEY, B.H. et al. (1982): The Fayum Primate Forest revisited. - *Journ. Human Evol.* **11**: 603-632, 4 Fig. 3 Tab.; 7 Taf., London
- BREZINOVA, D. (1981): Fossil-Hölzer aus der Umgebung von Karlsbad.- *Sborn. Narodni Muzea Praze*, **XXXVII** B, 3-4: 137-160, 3 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Prag
- BREZINOVA, D. & GABRIELOVA, N. (1974): A palaeobotanical research of Neogene sediments in the environs of the village of Stojcin.- *Acta Musei Nat. Pragea*, **XXX** B, 1-2: 35-48, 1 Abb., 2 Tab., 8 Taf., Prag
- BREZINOVA, D. & KOURIMSKY, J. (1974): Ein Xylit mit Mascagnit aus dem Miozän von Potor (Slowakei).- *Acta Musei Nat. Pragea*, **XXX** B, 4-5: 187-194, 1 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Prag
- BREZINOVA, D. & SÜSS, H. (1988): Nadel- und Laubholzreste aus miozänen Hornsteinen von Lipnice, CSSR.- *Feddes Rep.*, **99**, 7-8: 279-289, 1 Kt., 5 Taf., Berlin
- BRODT, St., GOTTWALD, H. & GREGOR, H.-J. (1993): Verkieselte Hölzer aus dem Känophytikum der Sahara Libyens.- *Documenta naturae*, **80**: 32-38, 2 Abb., 8 Taf., München
- BURGH, J.v.d. (1964): Hölzer der niederrheinischen Braunkohlenformation, 1. Hölzer der Braunkohlengrube "Anna" zu Haanrade (Niederländisch Limburg). - *Acta Bot. Neerl.*, **13**: 250-301,
- BURGH, J.v.d. (1973): Hölzer der Niederrheinischen Braunkohlenformation, 2. Review of Palaeobotany and Palynology, **15**: 73-275, 38 Taf., 32 Fig., 7 Tab., Amsterdam
- BURGH, J.v.d. (1974): Wood-remains from the Lower Pleistocene of Tegelen (The Netherlands).- *Scripta Geologica*, **25**: 35, 1 tab., 6 pls., Leiden
- BURGH, J.v.d. (1978): Hölzer aus dem Pliozän der Niederrheinischen Bucht. - *Fortschr.Geol. Rheinld.u.Westf.*, **28**: 213-275, 1 Abb., 1 Tab., 10 Taf., Krefeld
- 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
- BÜRGIN, T. & OBERLI, U. (2003): Auf den Spuren der Toggenburger Urzeit.- *Terra plana*, 2003, **1**: 13-16, 12 farb. Abb., Mels/Sargans
- BUTZMANN, R. & GREGOR, H.-J. (2002): Die oligozäne Flora von Bad Häring (Tirol) – Pflanzen aus den Bitumenmergeln und deren phyt stratigraphisch-paläoökologisch-paläoklimatische Interpretation (Coll. Inst. Geol. Paläont. Innsbruck).- *Documenta naturae*, **140**, Teil 1: 1-117, 6 Abb., 12 Tab., 25 Taf., München
- BUTZMANN, R. JUNG, W., MAYR, H. & RIEBER, E. (2004): Arbeitskreis für Paläobotanik und Palynologie, Jahrestagung 20.-22.5.2004 – Exkursionsführer.- 44 S., München
- BUURMAN, P. (1972): Mineralisation of fossil wood.- *Scripta Geol.*, **12**: 1-43, 38 figs., Leiden
- BUURMAN, P. (1975): Wood opals from Yakuplu, Turkey: their properties and genesis.- *Scripta Geologica*, **30**: 1-17, 15 figs, 1 tab., Leiden
- CARRUTHERS, W. (1870): On the petrified forest near Cairo. – *Geol. Mag.*, **7**: 306-310
- CHARRIER, S. G. (1967): Legno di Sterculiaceae dell'Eocene medio continentale del Lauzanier (Autoctono sedimentario dell'Argentera, Basses Alpes; Francia). – *Boll. Soc. Geol. It.*, **86**: 733-747

- CHARRIER, G. & MAXIA, C. (1970): Nuovi reperti di foresta pietrificata a Zuri – Soddi – entro la formazione dei tufi eomiocenici (Lago del Tirso, Sardegna centrale).- Atti Soc. It. Sci. Nat., **110**, 3: 224-250, 1 Tab., 1 Fig., Tav. XLVI – LIV, Milano
- CHIARUGI, A. (1928): Prime notizie sulle foreste pietrificate della Sirtica. – Nuova G. bot. Ital. n.s., **35**: 558-566.
- CONWENTZ, H. (1892): Untersuchungen über fossile Hölzer Schwedens.- Sveriges Geologiska Undersöking, C, **120**: 1-99, 2 Ktn., 11 Taf.,
- DACQUÉ, E. (1930): Die Erdzeitalter.- 565 S., 396 Abb., Verl. R. Oldenbourg, München-Berlin
- DANIELS, F. J. (1998): Petrified Wood.- Western Colorado Publ. Co. (1949) (ISBN 0-9662938-0-0)
- DARTON, N. H. (1912): Silica and Lime Deposition, in: Geologische Charakterbilder (hrsg. von H. STILLE), H. **12**, 6 S., 6 Taf., Gebr. Borntraeger, Berlin (1912a)
- DARTON, N. H. (1912): Sandstone Pinnacles, in: Geologische Charakterbilder (hrsg. von H. STILLE), H. **11**, 6 S., 6 Taf., Gebr. Borntraeger, Berlin (1912b)
- DARTON, N. H. (1920): Geysers of Yellowstone National Park, in: Geologische Charakterbilder (begr. Von H. STILLE, hrsggbn. von K. ANDRÉE), H. **23**, 8 S., 6 Taf., Gebr. Borntraeger, Berlin
- DAYAL, R. (1968): A new fossil wood of Euphorbiaceae from the Deccan Intertrappean beds of Madhya Pradesh. – The Palaeobotanist, **16**: 148-150, 1 Taf., Lucknow
- DERNBACH, U. (1992): Araucaria – die versteinerten Araukarien vom Cerro Cuadro, Argentinien.- 160 S., viele, z.T. farb. Fotos, D'ORO Verl., Lorsch
- DERNBACH, U. (Hrsg.) (1996): Versteinerte Wälder – die 31 schönsten versteinerten Wälder der Erde.- 188 S., viele, z.T. farb. Fotos, D'ORO Verl., Lorsch
- 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. & TIDWELL, W.D. (Hrsg.) (2002): Geheimnisse versteinelter Pflanzen – Faszination aus Jahrmillionen.- 231 S., viele farb. Abb., D'Oro Verl., Heppenheim
- DETIENNE, P. & JAQUET, P. (1983): Atlas d'Identification des Bois de l'Amazonie et des région voisine. – 640 S.; Nogent-sur-Marne.
- DEVILLE, J. (1991): Bois fossiles – Forêts petrifiées.- 69 pp., many figs., CEDIM, Paris
- DOLEZYCH-MIKOLAI, M. (2005): Koniferenhölzer im 2. Lausitzer Flöz und ihre ökologische Position.- LPP Contrib. Series **19**, 302 S., 33 Taf., 18 Tab., 51 Textfig., Utrecht
- DOTZLER, A. (1937): Zur Kenntnis der Oligozänflora des bayerischen Alpenvorlandes.- Palaeontographica, Abt.B, **83**, 1-3: 1-66, 1 Textabb., 8 Taf., Stuttgart.
- DRAGASTAN, O. & PETRESCU, I. (1972): On some wood of *Icacinoxylon* Shilkina from the Oligocene of Telega – Prahova.- St. Cerc. Geol. Geof. Geogr. sr. Geol., tom **17** (2): 445-451, 3 pl. Ed. Acad., Bucuresti
- EDWARDS, W. N. (1931): Dicotyledones (Ligna). – Foss. Catal. **II**, Plantae 17
- EHRlichMANN, F.J. & DONGUS, H. (1981): Das Klima des Tertiärs in Süddeutschland nach paläobotanischen Befunden.- Ber. Z. dt. Landeskunde, **55**, 1: 67-82, 2 Tab., Trier

- ENGEL, H. (1988): Neue Erkenntnisse zum geologischen Werdegang des Saar-Karbons.- *Documenta naturae*, **44**: 8-22, 12 Abb., München
- ERLÄUTERUNGEN zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 500 000 (Hrsg. Bayer. Geol. LA) (1964): 344 S., 40 Abb., 20 Tab., München
- EYDE, R.E. & OLSON, S.L. (1983): The dead trees of Ilha da Trindade.- *Bartonia*, **49**: 32-51, 11 figs.
- FELIX J. (1887): Die Holzpale Ungarns in Palaeophytologischer Hinsicht.- *Mitt. Jahrb. Königl. Ungar. Geol. Anst.*, **VII** Band (1884-1887): 1-43, Taf.:I-IV, Budapest.
- FELIX J. (1890): Beiträge zur Kenntniss der fossilen Hölzer Ungarns (1887).- *Mitt. Jahrb. Königl. Ungar. Geol. Anst.*, **VIII** Band: 143-162, Taf.:XXVII-XXVIIa, Budapest.
- FIETZ, A. (1926): Fossile Hölzer aus Schlesien.- *Jb. Geol. Bundesanst.*, **76**, 1-2: 217-244, 1 Fig., 2 Taf., Wien
- FRANCIS, J.E. (1983): The dominant conifer of the Jurassic Purbeck Formation.- *Palaeontology*, **26**: 277-294, pls. 38-41, 2 textfigs., London
- FRANCIS, J.E. (1984): The seasonal environment of the Purbeck (Upper Jurassic) fossil forests.- *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, **48**: 285-307, Amsterdam
- FREY, H.-P. (1979): Stratigraphische Untersuchungen in der subalpinen Molasse der Nordost-Schweiz, zwischen Wägitaler Aa und Urnäsch.- *Inaug.-Diss. Philosoph. Fak. II Univ. Zürich*, 219 S., 102 Fig., 5 Taf., Anhang, Zürich
- FRIEDRICH, M., KNIPPING, M. & VOLLBRECHT, J. (2005): A Late Glacial Forest in the Lignite Mine of Reichwalde, Saxony, Germany. Dendrochronological, Palynological and Archaeological investigations.- *Quaternary International* (accepted).
- FRIEDRICH, M., KNIPPING, M., KROFT, P. van der, RENNO, A., SCHMIDT, S., ULLRICH, O. & VOLLBRECHT, J. (2001): Ein Wald am Ende der letzten Eiszeit. Untersuchungen zur Besiedlungs-, Landschafts- und Vegetationsentwicklung an einem verlandeten See im Tagebau Reichwalde, Niederschlesischer Oberlausitzkreis.- *Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege* **43**, 21-94,
- FRIEDRICH, M., BOEREN, I., REMMELE, S., KÜPPERS, M., ESCHENBACH, C., KNIPPING, M., STIKA, H.-P., BÖTTGER, T., VOLLBRECHT, J., RENNO, A. & ULLRICH, O. (2002). A late-glacial forest in the lignite mine of Reichwalde – An interdisciplinary project. In: *TRACE – Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology, Proceedings of the Dendrosymposium 2002, Bonn/Jülich, Germany*: 90
- FURRER H., REICHLIN, TH. & GRUNDMANN, A. (2003): Fossile Baumstrünke in der Unteren Süßwassermolasse (spätes Oligozän) im Bergsturzgebiet von Goldau.- *Vierteljahresschr. Naturforsch. Ges. Zürich*, **148**/1: 27-34, 4 Abb. Zürich
- FURRER H., GUBLER, TH., HOCHULI, P.A. & STÖSSEL, I. (2002): Goldau vor 25 Millionen Jahren.- *Schweizer Strahler*, **3**: 2-6, 8 Abb.
- GAGEL, C. (1919): Erdbebenwirkungen, in: *Geologische Charakterbilder* (begr. Von H. STILLE, hrsg. von K. ANDRÉE), **H. 22**, 6 S., 6 Taf., Gebr. Borntraeger, Berlin
- GEISSERT, F., GREGOR, H.-J. & MAI, D. H. (1990): Die „Saugbagger-Flora“ - eine Frucht- und Samenflora aus dem Grenzbereich Mio-Pliozän von Sessenheim im Elsaß.- *Documenta naturae*, **57**: 207 S., 47 Abb., 19 Tab., 35 Taf., München
- GEISSERT, F., GREGOR, H.-J. & RATHGEBER, Th. (1986): Molluskenfaunen und Nadelholzflora aus quartären Ablagerungen des Elsaß und die Säugetierfauna sowie die Nadelholzflora von Huttenheim/Baden nebst Bemerkungen zur Ökologie der Fundstellen.- *Mitt. d. Ver. f. Naturwiss. u. Math. Ulm/Donau*, **34**: 118-141, 10 Taf.; Ulm

- GEOBAVARIA – 600 Millionen Jahre Bayern – internationale Edition (2004): Bayer. Geologisches Landesamt (Hrsg.), 92 S., viele farb. Abb. Tab. u. Fig.; München
- GOTH, K. & WILDE, V. (1989): Der versteinerte Wald von Kilianstädten.- Natur und Museum, **119**, 7: 211-219, 9 Fig., Frankfurt a.M.
- GOTHAN, W., PILGER, R. & WINKLER, H. (1913): Das Leben der Pflanzen VI.- 534 S., 310 Abb., 9 farb. u. 17 s/w Taf., Stuttgart
- 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. (1969): Zwei Kieselhölzer aus dem Oligozän von Tunis, *Bombacoxylon oweni* und *Pseudolachnostyloxylon weyländii*. - Palaeontographica, Abt. B, **125** (4-6): 112-118, Stuttgart
- GOTTWALD, H. (1976): Die Bestimmung der „Kautschukhölzer“ und „Kautschukrinden“ aus der Braunkohle des Geiseltales.- Abh. Zentr. Geol. Inst., Paläont. Abh., **26**: 283-290, Taf. XL-XLI, Berlin
- GOTTWALD, H. (1981): Anatomische Untersuchungen an pliozänen Hölzern aus Willershausen bei Göttingen. - Palaeontographica, B, **179** (5-6): 138-151, 4 Taf., 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart
- GOTTWALD, H. (1992): Hölzer aus marinen Sanden des Oberen Eozän von Helmstedt (Niedersachsen). - Palaeontographica, Abt. B., **225** (1-3): 27-103, 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
- GOTTWALD, H. & HOLLEIS, P. (1986): *XENOXYLON*-Funde am Main bei Staffelstein in Oberfranken (BRD). -Documenta naturae, **32**: 7-11, 1 Abb., Taf. 3,4, München
- GREGOR, H.-J. (1978): Die miozänen Frucht- und Samen-Floren der Oberpfälzer Braunkohle. I. Funde aus den sandigen Zwischenmitteln.- Palaeontographica, B, **167**, 1-6: 9-103, Taf. 1-15, 30 Abb.; Stuttgart
- GREGOR, H.-J. (1980): Ein neues Klima- und Vegetationsmodell für das untere Sarmat (Mittelmiozän) Mitteleuropas unter spezieller Berücksichtigung floristischer Gegebenheiten.- Verh. Geol. B.-A., Jg. 1979, **3**: 337-353, 4 Tab., 1 Karte; Wien (1980a)

- GREGOR, H.-J. (1980): Paläobotanisch-geologische Streifzüge durch die "Nubische Serie" (Kreide) SW-Ägyptens.- Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, **42**: 35-39, 1 Abb.; Frankfurt/M. (1980b)
- GREGOR, H.-J. (1981): Neues aus dem Oberpfälzer Braunkohlen-Tertiär (mit Beiträgen verschiedener Autoren).- Documenta naturae, **2**: 1-25, 6 Abb., 7 Taf., 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): A Lower Miocene Fruit- and Seedflora from the Browncoal of Aliveri (Island of Evia, Greece).- Documenta naturae, **6**, 1-26, 3 Tab., 5 Taf., München
- GREGOR, H.-J. (1984): Die jungtertiäre Florenabfolge der westlichen Vorlandmolasse (Günzburg-Biberach a.d. Riß) und die paläofloristische Bestätigung der DEHM'schen Serien.- Günzburger Hefte, **2** (Molasseforschung 84): 79-91, 1 Abb., 5 Tab., Anh.; Günzburg
- GREGOR, H.-J. (1985): Neue Fossilfundstellen in den Molasse-Ablagerungen Süddeutschlands.- Ber. Naturwiss. Verein Schwaben e.V., **89**, 3: 57-69, 4 Abb., 6 Taf.; Augsburg
- GREGOR, H.-J. (1989): Versuch eines neuen Klima-Modells für die Zeit der Oberen Meeres- und Süßwasser-Molasse in Bayern.- Documenta naturae, **46**: 34-47, 2 Tab., 19 Abb.; München (1989a)
- GREGOR, H.-J. (1989): Preliminary results of the Plio-Pleistocene flora from Stirone river (Parma, Fidenza).- Internat. Meeting in memory of Giovanni Merla, March 1986, Mem. Soc. Geol. It., **31**: 219-227, 7 figs., Firenze (1989b)
- GREGOR, H.-J. (1993): The Plio-Pleistocene Megaflora from Bobila Ordis near Lake Banyoles (Gerona, NE Spain) - a preliminary report.- Documenta naturae, **80**: 20-31, 2 Abb., 1 Taf., München
- GREGOR, H.-J. (1998): Die naturwissenschaftlichen Sammlungen im Heimatmuseum Günzburg unter spezieller Berücksichtigung der Sammlung A. WETZLER – Geschichte, Collectionen, Dokumentation, Katalogerstellung, Personen, Aktivitäten, Umfeld.- Documenta naturae, **SB 9**: 1-25, 22 Taf., Anhang mit 44 Abb. u. 9 Tab., München (1998a)
- GREGOR, H.-J. (1998): Geologie, Fazies und Fossilinhalt des Unteren Lias in der Sandgrube DIETZ bei Pechgraben (Kulmbach, Oberfranken).- Documenta naturae, **117**: 53-79, 2 Abb., 2 Tab., 5 Taf., München (1998b)
- GREGOR, H.-J. (2005): Tertiäre Palmenhölzer aus der Molasse von Rauscheröd bei Ortenburg (Passau) nebst Bemerkungen zu Palmen im europäischen Tertiär (in Vorb. 2005a)
- GREGOR, H.-J. (2005): Beobachtungen am Pazifikstrand von Punta Banco in Costa Rica – der tropische Tiefland-Regenwald als Modell für paläogene Wälder Deutschlands (geologisch-paläontologische und rezentbotanische Daten) (in Vorb. 2005b)
- GREGOR, H.-J. (2005): Tetraclinis MAST. – der Araarbaum als Modell für die Problematik paläoökologisch-paläoklimatischer Rekonstruktionen und weitere paläophytologisch-paläozoologische Beispiele dafür.- Documenta naturae, **155**, 8: München, (in Vorb. 2005c)
- 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., GOTTWALD, H. & HOLLEIS, P. (2004): Die Neuburg/Donauer Kieselholzflora im Vergleich mit anderen Tertiärfloren. Kurzmitteilungen IV.- Documenta naturae, **149**: 29-32, München

GREGOR, H.-J., GULERIA, J.S. & NUNEZ VARGAS, L.A. (2005): Silicified woods from the Tertiary of Guatemala (Neogene, Rio Dulce and others).- Documenta naturae, in Vorb.

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

GREGOR, H.-J. & HOFFMANN, J. (2005): Ein gymnospermes Holz aus dem Jura-Spatkalk von Schwäbisch Gmünd.- Documenta naturae (in Vorb.).

GREGOR, H.-J. & JUNG, W. (1977): Die paläobotanische Erforschung der Oberpfälzer Braunkohle. - Bayer. Braunkohlen Bergbau, **102**: 12 S., 5 Abb., 2 Taf., Schwandorf.

GREGOR, H.-J. & NEUMANN, H. (2005): Ein gymnospermes Holz aus dem Kreide-Sandstein von Neuburg/Donau.- Documenta naturae (in Vorb.).

GREGOR, H.-J., RICHTER, A. E. & VELITZELOS, E. (1993): Fossiliensammeln im Mittelmeerraum I.- Fossilien, Sonderheft 6, 63 S., viele Abb., Korb

GREGOR, H.-J. & THEWALT, U. (2001): Fossilisation: Mineralchemische Aspekte und auftretende Minerale.- Documenta naturae, **137**, 2: 1-45, 53 Farb-Fig., 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. (2004): The Sahabi-Formation at Sabhkhat Shunayn (Libya) and the problems of reconstructing the environment with the aid of fossil woods. Kurzmitteilungen V.- Documenta naturae, **149**: 33-35, München

GREGUSS, P. (1955): Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen. – 308 S., 360 Taf.; Budapest

GREGUSS, P. (1959): Holzanatomie der Europäischen Laubhölzer und Sträucher. – 330 S., 303 Taf.; Budapest

GREGUSS, P. (1967): Fossil Gymnosperm woods in Hungary from the Permian to the Pliocene.- 136 S., 86 Taf., 14 Kt., Akad. Kiado, Budapest

GREGUSS, P. (1968): Einführung in die Paläoxylotomie.- Geologie, Jg. 17, Beih. **60**: 1-88, 105 Abb., 14 Taf., Berlin

GREGUSS, P. (1969): Tertiary Angiosperm woods in Hungary.- 151 S., 93 Taf., 2 Tab., Akad. Kiado, Budapest

GRÖLL, M. (1759): Zuverlässige Nachricht von einem zu Stein gewordenen Baume, nebst dessen eigentlicher Abbildung, in: Dresdnisches Magazin oder Ausarbeitungen und Nachrichten zum Behuf der Naturlehre, der Arzneykunst, der Sitten und der schönen Wissenschaften, des ersten Bandes erstes Stück.- 39-48, 1 Fig., Dresden

GROS, J.-P. (1983): Nouveau bois fossile de l'Éggenburg d'Autriche : *Quercoxylon furwaldense* n.sp.- Rev. Gen. Bot., **90** : 43-80, 3 fig., 14 tab., 2 pls.

- GROSSER, D. (1977): Die Hölzer Mitteleuropas.- 208 S., 87 Abb., 344 Teilfig., 3 Falttaf., Springer Verl., Berlin
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1989): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 1: Fundorte und deren Florenlisten.- *Documenta naturae*, **50/1**, 180 S., 5 Tab., 3 Abb.; München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1990): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 2: Florenmerkmale und ihre stratigraphisch-geographischen Abhängigkeiten.- *Documenta naturae*, **50/2**, 159 S., 23 Tab., 50 Abb.; München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1992): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 3: Übereinstimmungen von Florenlisten und ihre stratigraphisch-geographischen Beziehungen.- *Documenta naturae*, **50/3**, 244 S., 224 Tab., 4 Abb.; München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1993): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 4: Carpofloren, Carpofloren-Komplexe und Carpofloren-Phasen.- *Documenta naturae*, **50/4**, 190 S., 20 Abb., 221 Tab.; München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1997): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 5: Artennachweise und stratigraphische Problematik.- *Documenta naturae*, **50/5**, 150 S., 2 Abb., 11 Tab.; München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1998): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 6: Temporale, regionale und ökofazielle Bewertung von Arten.- *Documenta naturae*, **50/6**, 154 S., 1 Fig., 13 Tab.; München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1999): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 7: Berichtigung der Datenbasis und neue Fundorte.- *Documenta naturae*, **50/7**, 175 S., 6 Tab.; München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (2000): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 8: Revision und Update von Florenmerkmals-Werten, Abfolge-Werten, Carpofloren und Carpofloren-Komplexen.- *Documenta naturae*, **50/8**, 208 S., 126 Tab. 38 Abb., München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (2001): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 9: Revision und Update der Übereinstimmungs-Tabellen von Fundort-Florenlisten.- *Documenta naturae*, **50/9**, 266 S., 503 Tab., München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (2002): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 10: Revision und Updates des Artennachweises.- *Documenta naturae*, **50/10**, 181 S., 2 Tab., München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (2003): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas Band 11: Revision und Update von Biotop-Indikatoren für Fundorte und Carpofloren sowie Temporal-Indikatoren für Arten.- *Documenta naturae*, **50/11**, 78 S., 8 Tab., 1 Abb., München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (2004): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas Band 12: Die Regionen und ihre stratigraphische Bedeutung.- *Documenta naturae*, **50/12**, 208 S., 21 Tab., München.
- HARDT, H. (1958): In Erz umgewandelte Tiere und Pflanzen.-Neue Brehm-Bücherei, 80 S., 30 Abb., viele Tab., Ziemsen Verl., Wittenberg
- HENNINGSSEN, D. & MÄCKEL, R. (1969): Fossile Holzreste und Baumstämme in Flussablagerungen.- Mitt. Franzius-Inst. Grund- u. Wasserbau TU Hannover, **32**: 294-303, 3 Abb., 1 Tab., Hannover

- HERENDEEN, P. S. (1991): Charcoalified angiosperm wood from the Cretaceous of eastern North America and Europe. – *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **70**: 225-239; Amsterdam
- HIRMER, M. (1925): Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens, IV. Die fossilen Floren Ägyptens. 3 Die fossilen Pflanzen Ägyptens: D. Filicales.– *Abh. Bayer. Akad. Wiss., Mathem.-naturwiss. Kl.*, **XXX**, 3. Abh.: 4-17, 1 Abb., 5 Taf., München
- HIRMER, M. (1942): Die Forschungsergebnisse der Paläobotanik auf dem Gebiet der Känophytischen Floren. – *Bot.Jb.*, **72**, 3-4: 347-563, 44 Abb., Taf. 8-20, 6 Textbeil., München
- HOCHLEITNER, R. (1994): Holz, ein Mineraliensammler.- *extraLapis*, **7**: 4-9, 14 Abb., München
- HOFBECK, A. (2005): Versteinertes Holz und Mineralien aus dem Landkreis Roth.- 63 S., viele farb. Abb., Vor- und frühgeschichtliches Museum Thalmässing (Landkreis Roth Hrgg.)
- HOFMANN, E. (1944): Pflanzenreste aus den Phosphoritvorkommen von Prambachkirchen in Oberdonau, I. Teil.– *Palaeontographica*, Abt. B, **88**: 1-86, 11 Taf., Stuttgart
- HOFMANN, E. (1952): Pflanzenreste aus dem Phosphoritvorkommen von Prambachkirchen in Oberösterreich, II. Teil. *Palaeontographica*, Abt. B., **92**: 122-183, 5 Taf., Stuttgart
- HOLLEIS, P. & GREGOR, H.-J.(1986): Ein Beitrag zum Problem der Herkunft von Kieselhölzern auf der südlichen Frankenalb und der Neufund einer *Tempskyia* ebenda.- *Archaeopterix*, 51 - 60, Eichstätt
- HOLLEIS, P. & GREGOR, H.-J.(2005): Gymnosperme Hölzer aus dem Lias des Rhein-Main-Donau-Kanals bei Neumarkt/Oberpfalz.- *Documenta naturae* (in Vorb.)
- HORVATH, E. (1954): Untersuchung der verkieselten Baumstämme von Csordaskut bei Megyaszo.-*Botanikai Közlemenyek*, **XLIV**, 1-2: 141-150
- HUBER, P.C. (2003): Das Zemplen Gebirge – die Tokajer Berge.- 35 S., viele Abb., Wien (CD-ROM)
- IAMANDEI, E. & IAMANDEI S. (1997): Xylotomy on Some Fossil Trunks of Dicots from Techereu (Upper Maastrichtian-Lower Paleogene), Metalliferous Mountains.- *Acta Paleont. Romaniae*, vol. I/ 1997: 107-112, 3 pl., Bucharest
- IAMANDEI, S. & IAMANDEI, E. (1998): Studies of Fossil Wood from Romania – Neogene, part II.- *Annuaire Inst. Geol. Romania*, vol. **71**. (1998), Bucharest
- IAMANDEI, E. & IAMANDEI, S. (2000): Studies of Fossil Wood from Romania - Neogene, part I (Extended Abstract).- *Annuaire Geol. Inst. Romania*, vol. **71** (1997-1999): 36-40, Bucharest
- IAMANDEI S. & IAMANDEI, E. (2003): Mid-Miocene Petrified Forests in Romania.- "Proceedings of the 6th European Paleobotany-Palynology Conference", Athens, Greece
- IAMANDEI S. & IAMANDEI, E. (2005): Fossil Salicaceae from the Badenian Petrified Forest from Prăvăleni-Ociu, South Apuseni Mts.- *Revue Roumaine de Géologie, Acad. Roum.*, tome **49**, București (in press)
- IAMANDEI, S. & IAMANDEI, E. - Zarand Petrified Forest.- (To be presented in National Symposium Paleontology, Bucharest, 2005, sept.; to be published in *Acta Paleontologica Romaniae*, vol. V, in prep.)
- IAMANDEI E., IAMANDEI S., GRINEA, D., 2004. *Cycadoxylon* sp., a Fossil Wood from Upper Jurassic of Hăghimaș.- *Revue roumaine de Geologie*, **47/2003**, Acad. Roum., in press

- INTERNATIONAL Code of Botanical Nomenclature, 457 S., F.A. STAFLEU (ed.), Utrecht 1978
- JENSEN, P., AAGAARD, I.BURKE Jr. R. A. , DANDO, P. R., JORGENSEN, N. O., KUIJPERS, A., LAIER, T., O'HARA, S. C. M. & SCHMALJOHANN, R. (1992): "Bubbling Reefs" in the Kattegatt: submarine landscapes of carbonate-cemented rocks support a diverse ecoystem at methane seeps.- *Marine Ecol.*, **83**: 103-112, 7 figs., 1 tab., appendix
- JEFFERSON T. H. (1982): Fossil Forest from the Lower Cretaceous of Alexander Island, Antarctica.- *Palaeontology*, **25**, 4: 681-708, 10 textfigs., 3 pls., London
- JUNG, W. (1974): Begrabener Wald im Tagebau Brückelholz. - Bayer.Braunkohlen Bergbau, **93**, 3 S., 6 Abb., Schwandorf
- JUX, U. (1968): Torfe des rheinischen Tertiärs im Vergleich mit heutigen Bildungen an der amerikanischen Ostküste.- *Z. dtsh. geol. Ges.*, **118**(1): 69-101, 4 fig., 1 pl., Hannover.
- KABIR, S.A. (1935): Die phylogenetische Bedeutung und Auswertbarkeit der Wandgestaltung und Tüpfelung von Tracheen und Tracheiden im Dicotylenxylem.- 68 S., 15 Tab., 3 Taf., München
- KAUL, K. N. (1960): The anatomy of the artificial genus *Palmoxydon* Schenk.- *Bull. Nation. Bot. Gard. Lucknow*, **51**: 1-52, Lucknow
- KELBER, K.-P. & GREGOR, H.-J. (1987): Makroflora aus dem Jungtertiär der Langen Rhön: erste Ergebnisse und Neuaufsammlungen.- *Documenta naturae*, **41**: 11-13, Taf. 34; München
- KELBER, K.-P., OKRUSCH, M. & NIKEL, S. (1997): Exotische Kristallingerölle aus dem süddeutschen Schilfsandstein (mittlerer Keuper; Trias).- *N.Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **206**, 1: 93-131, 21 Abb., 4 Tab., Stuttgart
- KINDLE, E.M. (1925): A note on rhizoconcretions.- *J. Geol.*, **33**: 744-746, Chicago/Ill.
- KIRCHHEIMER, F., (1980): Ein verkieselter Palmenstammrest aus dem Pleistozän der Umgebung von Sigmaringen (Hohenzollern).- *Aufschluss*, **31**: 223-228, 2 Abb., Heidelberg
- KIRCHHEIMER, F. (1981): Ein uranvererzter inkohlter Holzrest aus dem Oberkarbon von Baden-Baden (Schwarzwald).- *Z. dt. geol. Ges.*, **132**: 277-297, 2 Abb., 3 Taf., Hannover
- KLAUS, W. (1987): Einführung in die Paläobotanik I: Fossile Pflanzenwelt und Rohstoffbildung.- 314 S., 116 Abb., F. Deuticke Verl., Wien
- KLEIN-REESINK, J.(1984): Stoffbestand und Genese der Braunkohlen der Niederhessischen Senke mit vergleichenden Untersuchungen an Braunkohlen aus der Oberpfalz und Ost-Westfalen. - *Documenta naturae*, **17**: 1-133, 46 Abb., 5 Taf., München.
- KLINGER, R. & KOENIGSWALD, W.v. (1984): Insektenfraßspuren in letztinterglazialen Hölzern aus den Sanden und Kiesen der nördlichen Oberrheinebene.- *Eiszeitalter und Gegenwart*, **34**: 131-153, 14 Abb., 1 Tab., Hannover
- KNOBLOCH, E., KONZALOVA, M. & KVACEK, Z. (1996): Die obereozäne Flora der Stare Sedlo-Schichtenfolge in Böhmen (Mitteleuropa).- *Rozpravy Ces. geol. úst.*, **43**: 1-260, 120 Abb., 64 Taf., Praha.
- KNOBLOCH, E. & KVACEK, Z. (1976): Miozäne Blätterfloren vom Westrand der Böhmisches Masse. - *Rozpr. Ust. Geol.*, Sv. **42**: 131 S., 40 Taf., 7 Tab., 52 Abb.; Praha.

- KOBAYASHI, Y. & SUGAWA, T. (1959): Identification of wood of some *Castanopsis* species of Japan. – Bull. Gov. For. Exp. Stat., **118**: 139-178
- KOENIGUER, J.-Cl. (1980) : Les formations a bois silicifies de l'Ypresien du Bassin de Paris – Fossilisation et climatologie.- Abstracts 26^e Congres Geologique International, 7-17 Juillet 1980, Paris, vol. I : 169, Paris
- KOENIGUER, J.-C., KUNTZ, G., LAUTRIDOU, J.-P. & WYNS, R. (1984): Sur quelques fossils vegetaux du Vexin (Oligocene et Neogene) et de Haute –Normandie (Pleistocene inferieur).- Bull. trim. Soc. Geol. Normandie et Amis du Musee du Havre, **LXXI**, 2-3: 87-91, 1 fig., 1 pl., Mont-Saint-Aignan
- KOENIGUER, J.-Cl. & OBERT, D. (1984) : Bois silicifies de Feuillus (Icacinacees) dans les Sables du Massif des trois Pignons.- Bull. Inf. Geol. Bass. Paris, **21**, 2: 57-59, 1 Abb., Paris
- KOVAR-EDER, J., (1987): Pannonian (Upper Miocene) Vegetational Character and Climate Inferences in the Central Paratethys Area. - Ann. Naturhist. Mus. Wien, **88**, A, 117-129, 2 Fig., Wien
- KRAMER, K. (1974): Die tertiären Hölzer Südost-Asiens (unter Ausschluß der Dipterocarpaceae) 2. Teil.- Palaeontographica, B, **145**: 1-150, 13 Taf., 22 Abb., 2 Tab. Stuttgart (1974b)
- KRAMER, K. (1974): Die tertiären Hölzer Südost-Asiens (unter Ausschluß der Dipterocarpaceae) 1. Teil.- Palaeontographica, B, **144**: 45-181, 17 Taf., 26 Abb., 2 Tab., Stuttgart (1974a)
- KRASILOV, V.A. (1975): Paleoecology of terrestrial plants (Israel Program for Scientific Translations). - 283 S., 19 Fig., John Wiley & Sons, New York
- KRÄUSEL, R. (1925): Über einige fossile Hölzer aus Java.- Geol. Meded., **XI**: 1-6, 2 Taf., Leyden
- KRÄUSEL, R. (1939): Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens, IV. Die fossilen Floren Ägyptens. 4 Die fossilen Pflanzen Ägyptens. E-L. Vorbemerkungen bis Literatur incl. Angiospermae.- Abh. Bayer. Akad. Wiss., Mathem.-naturwiss. Kl., NF **47**: 3-140, 33 Abb., 23 Taf., 1 Tab., München
- KRÄUSEL, R. (1949): Die fossilen Koniferen-Hölzer (Unter Ausschluß von Araucarioxylon Kraus) II. Teil. Kritische Untersuchungen zur Diagnostik lebender und fossiler Koniferen-Hölzer.- Palaeontographica, B, **89**: 83-203, 6 Tab., 2 Beil. Stuttgart
- KRÄUSEL, R. (1956): Ergebnisse der Forschungsreise RICHARD KRÄUSEL's 1954 nach Süd- und Südwest-Afrika, I, 2. Lianen aus den Karro-Schichten Süd-Afrikas.- Senck. Leth., **37**, 1/2: 1-23, 5 Abb., 4 Taf., Frankfurt a.M. (1956a)
- KRÄUSEL, R. (1956): Ergebnisse der Forschungsreise RICHARD KRÄUSEL's 1954 nach Süd- und Südwest-Afrika, I, 4. Der „Versteinerte Wald“ im Kaokoveld, Südwest-Afrika.- Senck. Leth., **37**, 5/6: 411-436, 4 Abb., 6 Taf., Frankfurt a.M. (1956b)
- KRÄUSEL, R. & STROMER, E. (1924): Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens, IV. Die fossilen Floren Ägyptens. 1 Einleitung, 2 Die Pflanzen-führenden Schichten Ägyptens. A. Fungi et Algae, B. Gymnospermae, Coniferae, C. Angiospermae, Monocotyledoneae.- Abh. Bayer. Akad. Wiss., Mathem.-naturwiss. Kl., **XXX**, 1. + 2. Abh.: 4-48, 21 Abb., 3 Taf., München
- KREJCI-GRAF, K. (1936): Versteinerungen in Vulkan-Gesteinen.- Natur und Volk, **66/8**: 382-388, 8 Abb., Frankfurt a.M.

- KREJCI-GRAF, K. (1986): Steinerne „Bäume“ und „Ringe“.- *Senckenbergiana leth.*, **67**, 1/4: 315-322, Frankfurt a.M.
- LAKHANPAL, R.N. & PRAKASH, U. (1980): Suggestions regarding the nomenclature of fossil dicotyledonous woods (Symp. Modern trends in Plant Taxonomy (ed. By P.K.K.NAIR).- *Glimpses in Plant Research*, V: 199-208,
- LAKHANPAL, R. N. & PRAKASH, U. & AWASTHI, N. (1981): Some more Dicotyledonous woods from the Tertiary of Deomali, Arunachal Pradesh, India. – *The Palaeobotanist*, **27** (3): 232-252, Lucknow
- LAMPROPOULOS, V., PANAGIARIS, G., KARAMPOTSOS, A., VELITZELOS, E. & VELITZELOS, D. (2003): The preservation conditions of petrified materials from Greek fossilized forests.- *Flora Tertiaria Mediterranea*, VI, 6: 1-21, 36 figs., München
- LANDMESSER, M. (1994) Zur Entstehung von Kieselhölzern.- in: *Versteinertes Holz*, extra Lapis, 7: 49-80, Chr. Weise Verl., München
- LANG, L. (2001): Lagerungsverhältnisse versteinerner Hölzer südlich Neuburg/Donau a.d.Donau.- *Neuburg/Donauer Kollektaneenblatt* (Hrsg. Hist. Ver. Neubg.), Jahrbuch **149/2001**: 183-196, 6 Abb., Neuburg/Donau a.d.Donau
- LAUDOUENEIX-DUPERON, M., JOHNSON, A. K. C. & BRUNET, M. (1998): Première découverte d'un bois fossile d'Aeschynomene (Leguminosae, Fabaceae) au Togo. *Palaeontographica*, B, **248** : 163-168, 1 pl., 1 fig.
- LEBLING, C. (1919): Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens, III. Forschungen in der Baharije-Oase und anderen Gegenden Ägyptens.- *Abh. Bayer. Akad. Wiss., Mathem.-physik. Kl.*, **XXIX**, 1. Abh.: 3-44, 16 Abb., 3 Taf., München
- LINSTOW, O. v. (1906): Über Bohrgänge von Käferlarven in Braunkohlenholz.- *Jb. Königl. Preuss. Geol. Landes-Anst. u. Bergakad.*, (Jg. 1905), **XXVI**, 3 : 467-470, 1 Abb., Berlin
- LOUVET, M. P. (1963): Sur un Acajou fossile du Tertiaire D'Algérie: *Entandrophragmoxylon Boureaui* n. gen., n. sp. – *Comptes rendus du Congrès National des Sociétés savantes*, Sec. Sc., II
- LOUVET, M. P. (1968): Sur deux Méliacées fossiles nouvelles du Tiniherth (Algérie). – *Mem. de la Section des Sciences*, **2**, 6, Paléobotanique
- LUGEON, M. (1887/88): La Molasse de la Borde.- *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.*, **23**: 173-175
- MÄDEL, E. (1960): Mahagonihölzer der Gattung *Carapoxylon* n. g. (Meliaceae) aus dem europäischen Tertiär. – *Senck. leth.*, **41** (1/6): 393-421, Frankfurt a.M.
- MÄGDEFRAU, K. (1956): Palmenhölzer aus dem bayerischen Miozän. - *N. Jb. Geol.Paläont., Mh.*, **1956**: 532-535, Stuttgart
- MÄGDEFRAU, K. & MAECK, H. (1965): Die fossile Pflanzen- und Tierwelt des interglazialen Kalktuffs von Dießen bei Horb / Neckar. - *Fundber.aus Schwab., N.F.* **17**: 237-247, 2 Abb., 2 Tab., Taf. 49, Stuttgart
- MAHABALÉ, T. S. (1958) : Resolution of the artificial Palm genus, *Palmoxylon* : a new approach.- *Palaeobotanist*, **7**: 76-84, 4 Taf., Lucknow
- MAI, D.H. (1965): Der Florenwechsel im jüngeren Tertiär Mitteleuropas. - *Feddes Repert.*, **70**: 157-169, 3 Abb.; Berlin-Dahlem.

- MAI, D.H. (1967): Die Florenzonen, der Florenwechsel und die Vorstellungen über den Klimaablauf im Jungtertiär der Deutschen Demokratischen Republik. - Abh., Zentr. Geol. Inst., 10: 55-81, 4 Abb., 2 Taf., 1 Tab.; Berlin.
- MAI, D.H. & Walther, H. (1978): Die Floren der Haselbacher Serie im Weißelster-Becken (Bezirk Leipzig, DDR). - Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden, 28: 200 S., 50 Taf., 6 Tab., 1 Abb., Dresden.
- MAI, D.H. & WALTHER, H. (1985): Die obereozänen Floren des Weißelster-Beckens und seiner Randgebiete.- Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden, 33: 220 S., 40 Taf., 3 Abb., 13 Bilder; Dresden.
- MAI, D.H. & WALTHER, H., (1988): Die pliozänen Floren von Thüringen, Deutsche Demokratische Republik. - Quartärpaläont., 7, 55-297, 101 Abb., 2 Tab., 41 Taf., Berlin
- MAI, D.H. & WALTHER, H. (1991): Die oligozänen und untermiozänen Floren NW-Sachsens und des Bitterfelder Raumes.- Abh.Staatl.Mus.Min.Geol.,Dresden, 38, 230 S., 48 Taf., 6 Bild., 2 Ktn.,Dresden
- MANCHESTER, ST. R. (1979): *Triplochitioxylon* (Sterculiaceae): a new genus of wood from the Eocene of Oregon and its bearing on xylem evolution in the extant genus *Triplochiton*.- Amer. J. Bot., 66 (6): 699-708 19 figs., 1 tab.
- MATHIESEN, F. J. (1970): Palaeobotanical investigations into some cormophytic macrofossils from the Neogene Tertiary Lignites of Central Jutland II Gymnosperms.- Kongl. Danske Videnskabernes Selskab, Biol. Skrifter, 17, 3: 1-69, 20 figs., 28 pls., København
- MAYR, H. (1994): Holz, ein Mineraliensammler (2).- extraLapis, 7: 10-15, 8 Abb., München
- MICK, R. & GREGOR, H.-J. (2005): Mesophytische Palm- und Baumfarne aus pleistozänen Schottern der Donau (in Vorb.)
- MINNIGERODE, CH. (1985): Initiale Floren und deren Ökologie an der Basis der Rheinischen Braunkohlenflöze aufgrund geologischer und paläobotanischer Untersuchungen. - Documenta naturae, 24: 1-235, 79 Abb., 9 Tab., 13 Taf., München.
- MOSBRUGGER, V. (1989): Zur Gliederung und Benennung von Taphozönosen.- Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 109: 17-28, Frankfurt a. M.
- MOOSBRUGGER, V., GEE, C.T., BELZ, G. & ASHRAF, A.R.(1994): Three-dimensional reconstruction of an in situ Miocene peat forest from the Lower Rhine Embayment, NW Germany - new methods in palaeovegetation analysis. - Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 110: 295-317, 12 figs., 3 tabs., Amsterdam
- MÜLLER, W. & SCHRÖDER, H. (2003): Der Bausenberg-Vulkan und Heimat seltener Pflanzen und Tiere.- 256 S., viele Fotos, Görres Verl., Koblenz
- MÜLLER-STOLL, W. R. (1946): Über die Erhaltungsfähigkeit des Holzes tertiärer Bäume und Sträucher.- Senckenbergiana, 27: 67-94, 2 Tab., 3 Taf., Frankfurt a.M.
- MÜLLER-STOLL, W. R. & MÄDEL, E. (1962): Ein Myricaceenholz aus dem ungarischen Tertiär, *Myricoxylon hungaricum* n. g., n. sp. - Senck. leth., 43 (4): 323-333
- MÜLLER-STOLL, W.R. & MÄDEL, E. (1967): Die fossilen Leguminosen-Hölzer. Eine Revision der mit Leguminosen verglichenen fossilen Hölzer und Beschreibungen älterer und neuer Arten. -Palaeontographica, B, 119: 95-174, 15 Taf., 13 Abb., 1 Tab., Stuttgart
- MÜLLER-STOLL, W. R. & MÄDEL-ANGELIEWA, E. (1984): Fossile Hölzer mit schmalen apotrachealen Parenchymbändern. II. Arten aus den Gattungen *Ebenoxylon* FELIX und *Eudiospyroxylon* gen. nov. - Feddes Rep., 85 (3): 155-167

- MÜLLER-STOLL, W. R. & SCHULTZE-MOTEL, J. (1988): Gymnospermen-Hölzer des Deutschen Jura, Teil 1: *Xenoxylon* und *Dadoxylon*.- Z. dt. geol. Ges., **139**: 63-81, 1 Abb., 2 Taf., Hannover
- MÜLLER-STOLL, W. R. & SCHULTZE-MOTEL, J. (1989): Gymnospermen-Hölzer des Deutschen Jura, Teil 1: Die Protopinoiden Hölzer.- Z. dt. geol. Ges., **140**: 53-71, 1 Abb., 3 Taf., Hannover
- MÜLLER-STOLL, W.R. & SÜSS, H. (1966): Der Gehölzbestand der Auenwälder nach subfossilen Holzresten aus holozänen Sedimenten mitteldeutscher Flussauen.-Die Kulturpflanze, **XIV**: 2-1-233, 1 Tab., 4 Taf., Berlin
- NAVALE, G. K. B. (1962): *Castanoxylon* gen. nov. from the Tertiary beds of the Cuddalore Series near Pondicherry, India. - The Palaeobotanist, **11**: 131-137, Lucknow
- NIKEL, S. (1995): Ein permineralisierter Baumstamm aus dem Schilfsandstein Württemberg (Keuper, Trias).- Jh. Ges. Naturkde. Württemberg, **151**. Jg.: 151-169, 13 Abb., Stuttgart
- NISHIDA, M. & OHSAWA, T. & NISHIDA, H. (1990): Anatomy and Affinities of the Petrified Plants from the Tertiary of Chile (VI). - Bot. Mag. Tokyo, **103**: 255-268
- NÖTZOLD, TH. (1966): MAX GÜLDNER und die Sammler des "Versteinerten Waldes".- Ber. deutsch. Geol. Wiss., A, Geol. Paläont., **11**, 4: 521-528, 3 Abb., Berlin
- PAGE, V. M. (1964): *Lyonoathamnoxylon* from the Lower Pliocene of Western Nevada.- Madroño, **17**, 8: 257-266 10 figs.
- PAGE, V.M. (1967): Dicotyledonous wood from the Upper Cretaceous of Central California. I. - Am. J. Bot., **54**: 510-514
- PAGE, V. M. (1970): Angiosperm wood from the Upper Cretaceous of Central California. III.- Amer. J. Bot., **57** (9): 1139-1144, 17 figs.
- PAGE, V.M. (1979): Dicotyledonous wood from the Upper Cretaceous of Central California. - J. Arn. Arb., **60**, 3: 323-349, 49 figs., Cambridge, Mass.
- PAGE, V.M. (1980): Dicotyledonous wood from the Upper Cretaceous of Central PAIS, J. California II. - J. Arn. Arboretum, **61**, 4: 723-748, 65 figs., Cambridge, Mass.
- PEISL, P. (1994): Wald und Wüste - Vergleich zweier gegensätzlicher Naturräume.- Veröff. Naturforsch. Ges. Zürich, **5**: 1-55, 17 Bilder, Zürich
- PETRESCU, J. (1987): *Carapoxylon napocense* n. sp. à l'éocène de Manastur-Cluj (Nord Ouest de la Transylvanie, Roumanie). - In: The Eocene from the Transylvanie Basin, Romania.-: 49-54, Cluj-Napoca
- PONS, D. (1969): A propos d'une Goupiacee du Tertiaire de Colombie: Goupioxylon stutzeri SCHÖNFELD.- Palaeontographica, B, **128**, 3-6 : 65-80, 10 figs., pls. 34-36, Stuttgart
- PONS, D. (1971): Sur un bois fossile du Mesozoic de la Colombie : *Protophyllocladoxylon rosablancaense* n.sp.- Rev. Palaeobot. Palyn., **11** : 101-123, 5 figs., 2 tabs., Amsterdam
- PONS, D. & VICENTE, J.-C. (1985): Decouverte d'un bois fossile de Fagaceae dans la formation Farellones (Miocène) des Andes d'Aconcagua (Chili): importance paleobotanique et signification paleo-orographique.-Actes 110^e Congrès Nat. Soc. Savantes, Sect. Sci., V, Paleobotanique 187-207, 5 figs., 3 pls., Paris
- PRAKASH, U. (1973): Palaeoenvironmental analysis of Indian Tertiary floras.-Geophytology, **2** (2): 178-205, 4 maps, 8 tabs., Lucknow

- PRAKASH, U. (1976): The woods resembling *Dichrostachys* and *Entandrophragma* from the Tertiary of Middle East. – In: Eozäne Floren des Geiseltales, Abh. Zentr. Geol. Inst. Berlin, **26**: 499-507, Berlin
- PRAKASH, U., AWASTHI, N. & LEMOIGNE, Y. (1982) : Fossil dicotyledonous woods from the Tertiary of Blue Nile Valley, Ethiopia.- The Palaeobotanist, **30** (1): 43-59, 2 textfigs, 4 pls., Lucknow
- PRAKASH, U. & BANDE, M. B. & LALITHA, V. (1986): The genus *Phyllanthus* from the Tertiary of India with critical remarks on the nomenclature of fossil woods of Euphorbiaceae. – The Palaeobotanist, **35** (1): 106-114, Lucknow
- PRAKASH, U. & BREZINOVA, D. & BUZEK, C. (1971): Fossil Woods from the Doupovske Hory and Ceske Stredohori Mountains in Northern Bohemia. – Palaeontographica, Abt. B., **133** (4-6): 103-128, 44 Taf., Stuttgart
- PRAKASH, U. & DAYAL, R. (1965): Fossil woods of *Grewia* from the Deccan Intertrappean Series, India. – The Palaeobotanist, **13**: 17-24, Lucknow
- PRIVE, C. (1973): *Tetrapleuroxylon limagnense* N. Sp., Bois fossile de L'Allier (France). – Rev. Palaeobot. Palynol., **15**: 301-313
- PRIVE, C. (1974): *Pterocaryoxylon subpannonicum* n. sp., bois fossile de Juglandaceae provenant de Cantal. – Rev. gen. Bot., **81**
- PRIVE, C. (1975) : Étude de quelques bois de chênes tertiaires du Massif Central, France.- Palaeontographica, B, **153** : 119-140, 3 pl., 12 fig., 1 tab., Stuttgart
- PRIVÉ-GILL, C. & PELLETIER, H. (1981): Sur quelques bois silificies du Tertiaire de Limagne, dans la région d'Aiguesperse (Puy-de-Dome), France.- Rev. Palaeobot. Palyn., **34**: 369-405, Amsterdam
- PRIVE-GILL, C., VOZENIN-SERRA, C., DUCROCQ, ST., SOE NAING, S., & JAEGER, J.-J. (2004): Bois de la Formation Pondaung, Eocène moyen du Myanmar. Implications paléoenvironnementales.- Palaeontographica, B, **267**: 57-65, 2 pls., Stuttgart
- PUGH, M.E. (1968): Algae from the Lower Purbeck Limestones of Dorset.- Proc. Geol. Ass., **79**: 513-523, London?
- RANSOM, J. E. (1955): Petrified Forest Trails – A guide to the petrified forests of America (A handbook for the collector of petrified woods).- 80 pp., 30 figs., Mineralogist Publish. Co., Oregon
- RANTUCCI, G. (1994): Geological disasters in the Philippines – the July 1990 earthquake and the June 1991 eruption of Mount Pinatubo.- Quaderni Vita Italiana, **5**: 1-154, many figs, tabs., app., Ital. Ministry Foreign Affairs, Roma
- REIS, O.M. (1926): Bemerkungen zu dem Fund eines Baumstammes in der brackischen Molasse von Hausham.- Geognost. Jh., **XXXIX**: 25-36
- RENSCH, B. (1930): Eine biologische Reise nach den kleinen Sunda-Inseln.- 236 S., 33 Taf., 1 Kt., 4 Textabb., Gebr. Borntraeger, Berlin
- RICHTER, D. (1959): Tektonisch deformierte Wurzelstubben im Westfal der Pattbergsschächte (Niederrhein).- N. Jb. Geol. Paläont., Mh, **1959**, 8: 367-380, 5 Abb., Stuttgart
- RÖSSLER, R. (Hrsg.) (2001): Der versteinerte Wald von Chemnitz.- 252 S., 536 Bilder, Katalog z. Ausstell. Sterzeleanum, Mus. F. Naturkd. Chemnitz

- ROTHER, P. (1996): Kanarische Inseln – Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria, Tenerife, Gomera, La Palma, Hierro.- Sammlung Geologischer Führer, **81**, 307 S., 94 Abb., 9 Tab., 5 Beil., 2. Aufl., Gebr. Bornträger, Berlin
- RUMPEL, D. (1979): Zur Herkunft der Kieselhölzer im fränkischen Raum.- Geol. Bl. NO-Bayern, **29**, 4: 205-223, 4 Abb., 1 Tab., Erlangen
- RUNGE, J. (2002): Wie alt ist der Regenwald? Umweltgeschichtliche Forschungen im Kongobecken Zentralafrikas, in: Geowissenschaften in Frankfurt (A. JUNGE Hrsg.).- Kl. Senckenberg-Reihe, **43**: 57-64, 9 Abb., E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhdl., Stuttgart
- SAHNI, B. (1964): Revisions of Indian Fossil Plants, III – Monocotyledons.- Monogr. Birbal Sahni Inst. Palaeobot., **1**: 1-89, 4 tabs., 15 pls., 7 textfigs., Lucknow
- SAKALA, J. (2003): *Podocarpoxylon helmstedtianum* GOTTWALD from Kuclin (Late Eocene, Szeck Republik) reinterpreted as *Tetraclinoxylon vulcanicum* PRIVE.- Feddes Rep., **114**, 1-2: 25-29, 1 pl., Berlin
- SAKALA, J. & TEODORIDIS, V. (2001): Fossil wood and foliage of *Castanea* (Fagaceae) from the Upper Oligocene of Northern Bohemia.- Vestn. Cesk. Geol. ust., **76**, 1: 23-27, 3 figs, Praha
- SATO, H., HANDA, K., KATOH, SH., MAEKAWA, K., TAKAHASHI, A., HASHINOTO, M., SAWADA, Y., YAGI, T., NAKANISHI, A., MATSUMOTO, E., FURUTANI, H., & KOBAYASHI, F. (1995): Quaternary Deposits at Hanayashiki Lowland (Kawanishi City) in the Northernmost Osaka Plain.- Humans & Nature, **6**: 37-60, 5 pls.,
- SCHAARSCHMIDT, F. (1989): Paläobotanische Ausgrabung von Kieselhölzern in der Wetterau.- Natur und Museum, **119**, 7: 209-211, 3 Fig., Frankfurt a.M.
- SCHENK, A. (1882): Die von den Gebrüdern SCHLAGINTWEIT in Indien gesammelten fossilen Hölzer.- in: ENGLER, A.: Bot. Jb. Syst., **3**: 353-358
- SCHLÜTER, TH. & SCHWARZHANS, W. (1978): Eine Bonebed-Lagerstätte aus dem Wealden Süd-Tunesiens (Umgebung Ksar Krerachfa).- Berliner Geowiss. Abh. A, **8**, 53-65, 8 Abb., 3 Taf., Berlin
- SCHMITHÜSEN, J. (1968): Allgemeine Vegetationsgeographie. 3. Aufl.- 463 S., Walter de Gruyter & Co., Berlin
- SCHÖNFELD, E. (1955): Die Kieselhölzer aus der Braunkohle von Böhlen bei Leipzig.- Palaeontographica, B, **99**, 1-83, Stuttgart
- SCHÖNFELD, E. (1956): Ein Lauraceenholz aus dem Pliozän Westdeutschlands. – Geol. Jb., **71**: 711-728
- SCHÖNFELD, G. & SCHÖNFELD, E. (1932): Sächsische Braunkohlenhölzer. – Sitz. Ber. Ges. Isis, **1929**: 68-70
- SCHULTZE-MOTEL, J. (1962): Gymnospermen-Hölzer aus der Oberen Kreide von Quedlinburg: *Dadoxylon subhercynicum* n.sp.- Geol., Jg. **11**, 4: 461-487, 1 Abb., 5 Taf., Berlin
- SCHUSTER, M. (191923-1929): Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rh. in sechs Abteilungen; Abt. Einleitung etc.: 101 S., 1929; Abt. I: 102 S., 1 Prof., 12 Abb., 1925; Abt. II: 184 S., 2 Prof., 13 Tab., 28 Abb., 1928; Abt. III: 76 S., 12 Abb., 1 Tab., 1923; Abt. IV: 165 S., 23 Abb., div. Tab., 1927; Abt. V: 76 S., 14 Abb., 1924; Abt. VI: 229 S., 38 Abb., div. Tab., 1928; R.Oldenbourg Verl. und Piloty & Loehle, München

- SCHWEINGRUBER, F.H. (1990): Anatomie europäischer Hölzer.- 800 S., viele Taf., P. Haupt Verl., Bern
- SELMEIER, A. (1958): Die Kieselhölzer des bayerischen Miozäns.- Ber.naturwiss.Ver. Landshut, **23**: 24-95, 11 Taf., 1 Textabb., Landshut
- SELMEIER, A. (1959): Neue Kieselhölzer aus Schwaben und Oberbayern.- Ber.Naturforsch.Ges.Augsburg, **10**: 23-33, 3 Taf., Augsburg
- SELMEIER, A. (1968): Fossile Holzreste aus Bayern.- Ber.naturw.Ver.Landshut, **25**: 73-110, 2 Karten, Landshut. (1968a)
- SELMEIER, A. (1968): *Xenoxylon* cf. *jurassicum* (ECKHOLD) KRÄUSEL aus dem Schilfsandstein von Rückersdorf bei Ansbach (Mittelfranken).- N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **131**, 2: 243-251, 7 Tab., 2 Taf., Stuttgart (1968b)
- SELMEIER, A. (1969): Ein Lorbeerholz aus jungtertiären Schichten Südbayerns (Oberschneitbach).- N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1969** (12): 731-741, 9 Fig., Stuttgart
- SELMEIER, A. (1970): *Castanopsis*-Hölzer aus obermiozänen Glimmersanden der Südlichen Frankenalb.- Mitt.Bayer.Staatssamml.Paläont.hist.Geol., **10**: 309-320, 3 Taf., 3 Abb., München
- SELMEIER, A. (1971): Ein verkieseltes Eichenholz aus jungtertiären Schichten Niederbayerns (Aidenbach).- Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., **11**: 205-222
- SELMEIER, A. (1972): Ein *Castanopsis*-Holz aus oberchattischen Steigbachschichten des Allgäus.- Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., **12**: 97-104
- SELMEIER, A. (1973): Verkieselte Leguminosen-Hölzer aus obermiozänen Glimmersanden der Südlichen Frankenalb.- Mitt.Bayer.Staatssamml.Paläont.hist.Geol., **13**: 183-197, 5 Abb., Taf. 11-12, München. (1973a)
- SELMEIER, A. (1973): Verkieselte *Sequoia*-Hölzer aus jungtertiären Schichten Süd-Bayerns.- N. Jb. Geol. Pal., Abh., **142**: 297-319, Stuttgart (1973b)
- SELMEIER, A. (1975): *Fagaroxylon bavaricum* n.sp., ein verkieseltes Rutaceen-Holz aus obermiozänen Schichten Niederbayerns.- Mitt.Bayer.Staatssamml.Paläont.hist.Geol., **15**: 157-167, 4 Abb., 2 Taf., München (1975a)
- SELMEIER, A. (1975): Platanenähnliche Holzreste aus tertiären Schichten des Molassebeckens (Bayern, Österreich).- Mitt.Bayer.Staatssamml.Paläont.hist.Geol., **15**: 131-156, 9 Abb., München (1975b)
- SELMEIER, A. (1976): Zwei verkieselte Diospyros-Hölzer aus tertiären Schichten Südbayerns.- Naturwiss. Zeitschr. f.Niederbay., **26**: 20-46, 18 Abb., 1Tab., Landshut
- SELMEIER, A. (1979): Ein verkieseltes Robinia-Holz aus jungtertiären Schichten Südbayerns (Bruckberg). - Mitt.Bayer.Staatssamml.Paläont.hist.Geol., **19**: 171-185, 4 Abb., 2 Taf., 1 Tab., München
- SELMEIER, A. (1982): Verkieselte Holzreste aus den pontischen Vogesenschottern des Delsberger Beckens (Schweiz).- Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **56**: 33-41, 6 Abb., Frankfurt a.M.
- SELMEIER, A. (1983): *Carapoxylon ortoburgense* n.sp. (Meliaceae) aus den untermiozänen Schottern von Rauscheröd/Niederbayern.- Mitt.bayer.Staatssamml.Paläont.hist.Geol., **23**: 95-117, 6 Abb., 4 Taf., München

- SELMEIER, A. (1984): Kleinporige Laubhölzer (Rosaceae, Salicaceae) aus jungtertiären Schichten Bayerns.- Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **24**: 121-150, 14 Abb., 3 Taf., München (1984a)
- SELMEIER, A. (1984): Fossile Bohrgänge von *Anobium* sp. in einem jungtertiären Lorbeerholz aus Egweil (Südliche Frankenalb).- *Archaeopteryx* (Jg. **1984**): 13-29, 14 Abb., Eichstätt (1984b)
- SELMEIER, A. (1985): Aufsammlung von Kieselhölzern der Südlichen Frankenalb.- *Archaeopteryx*, (Jg. **1985**): 14-24, 9 Abb., Eichstätt
- SELMEIER, A. (1986): Verkieselte Fagaceen-Hölzer aus jungtertiären Schichten Bayerns.- *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, **86**: 233-247 (1986a)
- SELMEIER, A. (1986): Ein Kieselholzblock (Anacardiaceae) aus dem Steinbach bei Lenggries a. d. Isar (Oberbayern).- Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., **26**: 45-57 (1986b)
- SELMEIER, A. (1986): Fundgebiete versteinerner Hölzer.- *GEOFA, Mineralientage München*, S. 62,63, München (1986c)
- SELMEIER, A. (1986): Jungtertiäre Juglandaceen-Hölzer aus der südlichen Frankenalb.- *Archaeopteryx*, **4**: 61-78, Eichstätt (1986d)
- SELMEIER, A. (1987): Aufsammlung von Kieselhölzern der Südlichen Frankenalb.- *Archaeopteryx* **1985**: 14-24, 9 Abb., Eichstätt (1987a)
- SELMEIER, A. (1987): *Cedreloxylon* n. gen. (Meliaceae) aus sekundärer Lagerstätte von Seibersdorf am Inn (Bayern).- Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., **27**: 123-144, München (1987b)
- SELMEIER, A. (1987): Ein verkieseltes *Dacrydium*-Holz (Podocarpaceae) aus jungtertiären Schichten Niederbayerns (Eichendorf).- Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **25**: 181-193, 5 Abb., 3 Taf., München (1987c)
- SELMEIER, A. (1988): Jungtertiäres *Dichrostachys*-Holz (Mimosaceae) aus dem nördlichen Vollschorer von Narnham (Niederbayern).- Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., **28**: 125-144, München
- SELMEIER, A. (1989): Ein verkieselter Mahagonistamm (Meliaceae) aus dem Ortenburger Schotter (Niederbayern).- *Naturw. Zeitschr. f. Niederbayern*, **31**: 81-106, Landshut (1989a)
- SELMEIER, A. (1989): Ein jungtertiäres *Celtis*-Holz (Ulmaceae) aus der Südlichen Frankenalb (Bayern).- *Archaeopteryx*, **7**: 35-50, 8 Abb., Eichstätt. (1989b)
- SELMEIER, A. (1991): Verkieselte *Castanea*-Hölzer aus dem Neuburg/Donauer Wald bei Passau (Niederbayern).- Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., **31**: 149-165, München
- SELMEIER, A. (1992a): Verkieselte Eichenhölzer, *Quercoxylon* KRÄUSEL 1939, aus jungtertiären Schichten des nordalpinen Molassebeckens.- *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, **147**: 295-367.
- SELMEIER, A. (1992b): Fossile Hölzer von *Castanopsis* (Fagaceae) aus tertiären Schichten Bayerns.- Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., **32**: 163-181, München
- SELMEIER, A. (1993): *Moroxylon* nov. gen. (Moraceae), ein verkieseltes Maulbeerholz aus jungtertiären Schichten Bayerns (Hellerau).- Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., **33**: 209-226, München

- SELMEIER, A. (1995): Ein verkieseltes Sapotaceae-Holz, *Bumelioxylon holleisii* n. gen., n. sp., aus jungtertiären Schichten der südlichen Frankenalb (Bayern).– *Archaeopteryx*, **9**: 55-72, Eichstätt
- SELMEIER, A. (2003): Tertiary *Cedrela* woods (Meliaceae) from the North Alpine Foreland in Southern Germany and Austria.- *Zitteliana*, **A 43**: 159-170, 14 figs., 5 tabs., München (2003a)
- SELMEIER, A. (2003): Anatomische Identifizierung tertiärer Holzreste aus der südlichen Frankenalb Bayerns, Deutschland.- *Archaeopteryx*, **21**: 37-52, 8 Abb., 6 tab., Eichstätt (2003b)
- SELMEIER A., VELITZELOS E. (2000): Neue Aufsammlungen von verkieselten Holzresten aus tertiären Schichten Griechenlands (Lesbos, Kastoria, Thrakien).- *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, **40**: 213 – 227, 10 Abb., 3 Tab., München
- SELMEIER, A. & VOGELLEHNER, D. (1968): *Podocarpoxylon triassicum* n. sp., ein phylogenetisch bedeutsames „modernes“ Sekundärholz aus dem Keuper von Franken.- *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **132**, 1: 70-86, 7 Tab., 2 Taf., Stuttgart
- SHIMAJI, K. (1959): Anatomical studies on the wood of the Japanese *Pasania*, *Castanea* and *Castanopsis*. – *Bull. Tokyo Univ. For.*, **55**: 81-95, Tokyo
- SPRING, A. & GLAS, M. (2005): Holz, das fünfte Element.- 192 S., viele farb. Abb., Frederking & Thaler, München
- STEIN, C. L. (1982): Silica recrystallization in petrified wood.- *J. sed. Petrol.*, **52**: 1277-1282
- STENZEL, K. G. (1904): Fossile Palmenhölzer.- *Beitr. Paläont. Geol. Österr.-Ung. u. Orients*, **16**: 107-287, Taf. 3-24
- STRIEGLER, U., STRIEGLER, R. & SÜSS, H. (1984) Ein Mammutbaumstubben aus dem Großtagebau Klettwitz.- *Z. angew. Geol.*, **30**, 3: 151-153, 4 Abb., Berlin
- STOCKMANS, F. & WILLIERE, Y. (1943): *Palmoxylons paniéliens de la Belgique*.- *Mem. Mus. Roy. d'Hist. Nat. Belgique*, **100**: 1-75, 10 Taf.,
- STROMER, E. (1914): Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens, I. Die Topographie und Geologie der Strecke Gharaq-Baharije nebst Ausführungen über die geologische Geschichte Ägyptens.- *Abh. Kgl. Bayer. Akad. Wiss., Mathem.-physik. Kl.*, **XXVI**, 11. Abh.: 1-78, 7 Taf., München
- STROMER, E. (1936): Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens, VII. Baharije-Kessel und –Stufe mit deren Fauna und Flora – Eine ergänzende Zusammenfassung.- *Abh. Bayer. Akad. Wiss., Mathem.-naturwiss. Kl.*, **NF 33**: 3-102, 21 Abb., 1 Taf., München
- STROMER, E., KRAUT, H. & STORZ, M. (1933): Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens, IV. Die fossilen Floren Ägyptens. 3. Der Erhaltungszustand und die Entstehung der Kieselhölzer Ägyptens.- *Abh. Bayer. Akad. der Wissenschaften, Mathem.-naturwiss. Kl.*, **N.F. 16**: 1-52, 14 Abb., München
- SÜSS, H. (1958): Anatomische Untersuchungen über die Lorbeerhölzer aus dem Tertiär des Hasenberges bei Wiesa in Sachsen.- *Abh. Deutsch. Akad. Wiss. Berlin*, **8**: 1-59, 9 Taf.
- SÜSS, H. (mit Beitr. GREGOR) (1987): Zwei neue Kieselhölzer, *Cordioxylon barthelii* gen. nov., sp. nov., und *Euebenoxylon saharicum* gen. nov., sp. nov., aus der Südwestsahara, Ägypten. - *Feddes Repert.*, **98**, 9-10: 521-536, 3 Taf., 4 Kt.; Breslau.
- SÜSS, H. & MÄDEL, E. (1958): Über Lorbeerhölzer aus miozänen Schichten von Randeck (Schwäbische Alb) und Ipolytarnoc (Ungarn). – *Geologie*, **7** (1): 80-99

- SÜSS, H. & MÜLLER-STOLL, W. R. (1977): Untersuchungen über fossile Platanenhölzer – Beiträge zu einer Monographie der Gattung *Platanoxylon* ANDREANSZKY:- Feddes Rep., **88**, 1-2: 1-62, 14 Taf., 12 Abb., Berlin
- SÜSS H. & VELITZELOS E. (1993): Eine neue Proto-Pinaceae der Formgattung *Pinoxylon* KNOWLTON emend. READ, *P. parenchymatosum* sp. nov., aus tertiären Schichten der Insel Limnos, Griechenland.- Feddes Rep., **104**, 5-6: 335 – 341, Berlin
- SÜSS H. & VELITZELOS E. (1994): Ein neues fossiles Koniferenholz, *Taxaceoxylon biseriatum* sp. nov., aus tertiären Schichten der Insel Lesbos, Griechenland.- Feddes Rep., **105**, 5-6: 257-269, 3 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Berlin
- SÜSS H. & VELITZELOS E. (1997): Fossile Hölzer der Familie Taxodiaceae aus tertiären Schichten des Versteinerten Waldes von Lesbos, Griechenland.- Feddes Rep., **108**, 1-2: 1-30, 5 Abb., 7 Taf., Berlin (1997a)
- SÜSS H. & VELITZELOS E. (1997): *Tetraclinoxylon velitzelosi* sp. Nova, ein neues fossiles Holz aus tertiären Schichten des Versteinerten Waldes von Lesbos, Griechenland.- Feddes Rep., **108**, 5-6: 289-298, 4 Abb., 2 Taf., Berlin (1997b)
- SÜSS H. & VELITZELOS E. (1998): *Thujoxylon antissum* sp. nova, ein fossiles Wurzelholz aus tertiären Schichten des Versteinerten Waldes von Lesbos, Griechenland.- Feddes Rep., **109**, 5-6: 341-350, 3 Abb., 1 Taf., Berlin
- SÜSS H. & VELITZELOS E. (1999): *Chimairoidoxylon lesboense* gen. nov. sp. nova, ein endemisches Holzfossil aus dem Tertiär von Lesbos, Griechenland.- Feddes Rep., **110**, 5-6: 329-339, 3 Abb., 3 Taf., Berlin
- SÜSS H. & VELITZELOS E. (2000): Zwei neue fossile Hölzer der Formgattung *Podocarpoxylon* GOTHAN aus tertiären Schichten der Insel Lesbos, Griechenland.- Feddes Rep., **111**, 3-4: 135-149, 1 Abb., 4 Taf., Berlin
- SÜSS H. & VELITZELOS E. (2001): *Chimairoidoxylon conspicuum* sp. nova, ein neues fossiles Holz der Formgattung *Chimairoidoxylon* SÜSS & VELITZELOS emend. SÜSS, mit einer Übersicht über das Vorkommen fossiler Hölzer auf der Insel Lesbos, Griechenland.- Feddes Rep., **112**, 3-4: 149-157, 2 Taf., Berlin
- SUZUKI, M. (1985): A revision of the Tertiary fossil wood study in Japan. – Proc. Japan Soc. Plant Taxon., **5** (3): 56-66
- THENIUS, E. (1961): Ein Palmenholz aus dem Miozän von Niederösterreich.- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **4**: 177-182, 1 Abb., Stuttgart
- THEWALT, U. & DÖRFNER, G. (2001): Mineralogische Notizen vom Tagebau Hambach (Köln, Rheinbraun AG). - Documenta naturae, **138**: 77-91, 5 Taf., München
- TIDWELL, W.D., MEDLYN, D.A. & THAYN, G.F. (1972): Fossil palm materials from the Tertiary Dipping Vat Formation of Central Utah.- The Great Basin Naturalist, **32**, 1: 1-15, 6 figs., Provo, USA
- TIDWELL, W.D., MEDLYN, D.A. & THAYN, G.F. (1973): Three new species of *Palmoxylon* from the Eocene Green River Formation, Wyoming.- The Great Basin Naturalist, **33**, 2: 61-76, 9 figs., Provo, USA
- TRALAU, H. (1964): The genus NYPA WURMB. - K.Svenska Vetensk. Akad.Handl., Fjärde Serien, Bd. **10**, Nr. 1, 29 pp., 5 pls., Uppsala
- UNGER, F. (1842): Synopsis lignorum fossilium plantarum acramphibryarum. – In: ENDLICHER, Genera plantarum. Suppl. **2**, Appendix, S. 100-102; Wien

- UNGER, F. (1859): Der versteinerte Wald bei Cairo und einige andere Lager verkieselten Holzes in Ägypten. – Sitz. Ber. K. Akad. Wiss. Wien; math.-nat. Cl., **33**: 209-233, München
- UNGER, H. J., MYAT HTUT & EINFALT, H. Chr. (1989): Quartärgeologische Untersuchungen im Oberen Chindwin Distrikt (Sagain Division, Oberbirma).- Documenta naturae, **52**:1-110, 57 Abb., 23 Tab., 11 Taf., 1 Beil., München
- UNGER, H. J., MYAT HTUT & EINFALT, H. CH. (1996): Investigations in Quaternary Geology of the Upper Chindwin District (Sagain Division, Upper Burma).- 183 pp., 52 figs., 23 tabs., 19 pls., Documenta naturae Publ. Co., Munich
- URBAN, G (1986): Der Versteinerte Wald von Karl-Marx-Stadt.- 45 S., viele Abb., Karl-Marx-Stadt
- VACHTL, J. (1934): Kamenny les u Gebedze v severovych. Bulharsku.- Veda prirodni, rocnik **XV**, **9**: 265-268, 4 Abb.,
- VATER, H. (1884): Die fossilen Hölzer der Phosphoritlager des Herzogthums Braunschweig.- Z. deutsch. geol. Ges., **36**: 783-853
- VAUDOIS-MIEJA, N. (1970): A propos de Taxodioxylon Falunense (HOULBERT, 1910) nov. comb. du miocene moyen des Faluns de Touraine.- Comptes rendus du Quatre-vingt-quatorzieme Congres National des Societes Savantes, **III**: 99-114, 3 figs, 1 tab., Pau
- VELITZELOS E. (1993): Neue Palaeofloristische Daten zu känohytischen Floren Griechenlands.- Documenta naturae, **78**: 1 – 17, München
- VELITZELOS E. (1996): The petrified forest of Lesvos, a rare natural and geological monument (in Greek).- Proc. 1st Symposium on the Petrified forest of Lesvos: p. 35 – 42, Mytilene
- VELITZELOS, E. & GREGOR, H.-J. (1987): Lower Miocene Plant Fossils from the browncoal of Aliveri (Island of Evia, Greece).- 1984/1985 Ausgabe, Archaeo-Euböa Meleton
- VELITZELOS E., KVACEK Z. & VELITZELOS D. (2000): Känohytische Floren Griechenlands.- Rundbrief Arbeitskreis Paläobot. Palyn., Münster, p. 68 – 69, Frankfurt a.M.
- VELITZELOS E., PETRESCU, I. & SYMEONIDI, N (1981): Tertiäre Pflanzenreste aus Agais. Die Makroflora der Insel Lesvos (Griechenland).- Ann. Geol. Pays Hellen, **30**: 500 – 514, Athens (1981a)
- VELITZELOS E., PETRESCU, I. & SYMEONIDIS N. (1981): Tertiäre Pflanzenreste von der ägäischen Insel Lesvos (Griechenland).- Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, **50**: 49 – 50, Frankfurt a.M. (1981b)
- VELITZELOS E. & SYMEONIDIS N. (1978): Der verkieselte Wald von Lesvos (Griechenland), ein Naturschutzgebiet.- Vortags-Kurzfass. Arbeitskreis Paleobot. Palynol., p. 17 – 19, Frankfurt a.M.
- VELITZELOS E. & ZOUROS N. (1988): The Petrified Forest of Lesvos. 140 S., many col. Fotos, Natural History Museum of the Lesvos Petrified Forest, Sigri –Lesvos (Greece)
- VELITZELOS E., ZOUROS N. (1997): The Petrified forest of Lesvos - Protected Natural Monument. Proc. Internat. Sympos. on Engineering Geology and the Environment, Athens, p.3037 – 3043, Athens

- VELITZELOS, E. & ZOUROS, N. (1998): New Results on the Petrified Forest of Lesvos.- Bull. Geol.Soc.Greece, **XXXII**/2: 133-142, 1 Fig., 3 Pls., (Proc. 8th Internat. Congr. Patras, 1998), Athens
- VERSTEINERTES HOLZ.- extraLapis, **7**: 1-96, viele farb. Abb., Ch. Weise Verl. München
- VOGELLEHNER, D. (1966): Zur Anatomie und Phylogenie mesozoischer Gymnospermenhölzer, 2. *Dadoxylon reticulatum* n.sp., ein phylogenetisch interessantes Holz aus dem Keuper von Franken.- Geol. Jb., **84**: 299-306, 2 Tab., 1 Taf., Hannover
- VOGELLEHNER, D. (1968): Zur Anatomie und Phylogenie mesozoischer Gymnospermenhölzer, 6. Holzbautypen der Gattung *Dadoxylon* ENDLICHER aus dem Oberen Buntsandstein von Franken.- Geol. Bl. NO-Bayern, **18**, 1: 11-16, 1 Taf., Erlangen
- VOGELLEHNER, D. (1982): Zur Anatomie und Systematik von "Treibhölzern" aus dem Posidonienschiefer von Holzmaden (Schwäb. Alb).- Cour Forsch.-Inst. Senckenberg, **56**: 15-22, Frankfurt a.M.
- VOZENIN-SERRA, C. (1981): Les structures ligneuses neogenes du Plateau de Di Linh (Sud Vietnam). - Palaeontographica, Abt. B, **177** (5-6): 136-161, Stuttgart
- VOZENIN-SERRA, C., BROUTIN, J. & TOUTIN-MORIN, N. (1991): Bois Permians du Sud-Ouest de l'Espagne et du Sud-Est de la France. Implications pour la Taxonomie des Gymnospermes paleozoiques et la phylogenie des Ginkgophytes.- Palaeontographica, B, **221** : 1-26, 7 pl., 2 fig., 1 tab., Stuttgart
- VOZENIN-SERRA, C. & GRANT-MACKIE, J. A. (1996): Les bois noriens des terrains Murihiku -- Nouvelle Zélande -- Intérêt Paléophytogéographique.- Palaeontographica, B, **241** : 99-125, 14 pl., 2 figs., Stuttgart
- VOZENIN-SERRA, C. & PRIVE-GILL, C. (1994): Bois pléistocènes du gisement de Binh Thang, Vietnam.- Palaeontographica, B, **232** : 175-195, 9 pl., 1 fig., Stuttgart
- VOZENIN-SERRA, C. & PRIVE-GILL, C. (2001): Bois plio-pleistocenes du gisement de Ban Tachang (=Sarapee), Est-Thailande. Palaeontographica, B, **260** : 201-212, 3 pl., 1 tab., Stuttgart
- WAGNER, P. & KOCH, B.E. (1974): Fossil roots of *Sequoia* type from two localities of the Miocene delta deposits of the Søba Area, Denmark.- Bull. Geol. Soc. Denmark, **23**: 134-158, 13 figs., 2 pls., Copenhagen
- WALTER, H. (1973): Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. I. Die tropischen und subtropischen Zonen. 3. Aufl. - 744 S., 470 Abb., 135 Tab., G. Fischer Verl., Stuttgart.
- WATARI, S. (1941): Studies on the fossil woods from the Tertiary of Japan I. - Jap. J. Bot., **11**: 385-416.
- WATARI, S. (1952): Dicotyledonous Woods from the Miocene along the Japan-Sea Side of Honsyu. - J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, III, **6** (3): 98-134
- WETZEL, W. (1961): Über tertiäre Treibhölzer der cimbrischen Halbinsel.- Meyniana, **11**: 97-102, 1 Taf.
- WETZEL, W. (1962): Ein versteinertes (verkieselter) Wald im chilenischen Tertiär.- Geol. Rundschau, **52**: 861-869, 6 Abb., Stuttgart
- WINTERSCHEID, H. (2006): Die oligozänen und untermiozänen Floren in der Umgebung des Siebengebirges (südliche Niederrheinische Bucht).- 472 S., 16 Abb., 25 Taf., 10 Tab., Inaug.-Diss. Univ. Regensburg, Abt. Biologie-Botanik (in Vorb. Documenta naturae)