

documenta

naturae | no. 115

München 1997



**Paulownia
im
Tertiär**

und

**Libysche
Kieselhölzer**



DOCUMENTA NATURAE

Nr. 115

1997

ISSN 0723-8428

Herausgeber der Zeitschrift Documenta naturae

Dr. Hans-Joachim Gregor, Palsweiserstraße 5m, D-82140 Olching

Dr. Heinz J. Unger, Nußbaumstraße 13, D-85435 Altenerding

Verlag (Publishing House) Documenta naturae - München (Munich)

Anschrift über den Herausgeber H.-J. Gregor

Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten Geologie - Paläontologie (Lagerstättenkunde, Paläobotanik, 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, Kochen, Reiseführer oder sind Neuauflagen alter wissenschaftlicher Werke oder spezielle paläontologische Bestimmungsbände für regionale Besonderheiten.

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

Überweisung des Heftpreises erbeten auf das Konto 1093236 bei der Sparkasse FFB (BLZ 700 530 70) - Inh. H.-J. Gregor.

Bestellungen: bei Buchhandlungen und den Herausgebern (s.o.)

Copyright: beim Verlag und den Verlagsleitern.

Gestaltung: Juliane Gregor und Hans-Joachim Gregor

Umschlagbild: Zeichnung der rezenten *Paulownia* als Zweig mit Ansatz des fossilen Kapselabdrucks (Zeichnung und freundliche Erlaubnis sie zu verwenden von Gabriel BUTZMANN) und Bild der Exkursionsmannschaft auf einem fossilen Stamm am Petrified Forest, Sahabi, Libyen 1996

1997

Inhalt

Seite

BUTZMANN, R. & FISCHER, T. C.: Description of the fossil fruit <i>Paulownia inopinata</i> nov.spec. from the Middle Miocene of Unterwohlbach (Bavaria) and other possible occurrences of the genus in the Tertiary.....	1-13
GREGOR, H.-J., & VELITZELOS, E.: Xylofloren aus Libyen - ein Exkursionsbericht zur Problematik der dortigen Fundstellen.....	15-41
GREGOR, H.-J.: Mögliche Umlagerungsprobleme bei der miozänen Flora aus dem Randecker Maar - ein häufiges Phänomen bei tertiären Floren.....	43-47
Besprechungen von H.-J.GREGOR (Tagungen,Bücher, etc.).....	48-51
1) Tagungsbesprechung: Graupensandrinne und das Ries-Ereignis !?.....	48
2) Buchbesprechung: Das Mammut und seine ausgestorbenen Verwandten.....	49
3) Der Witz des Monats - gezeichnet von Juliane GREGOR.....	50
4) Revision der Originale STERNBERG - Bestellmöglichkeit.....	51

Documenta naturae 115	pp. 1-13	1 tab., 2 pls.	Munich	1997
-----------------------	----------	----------------	--------	------

**Description of the fossil fruit *Paulownia inopinata* nov. spec.
from the Middle Miocene of Unterwohlbach (Bavaria)
and
other possible occurrences of the genus in the Tertiary**

R. Butzmann¹ and T. C. Fischer²

**Dedicated to Sepp Hauptmann,
our friend and paleobotanist,
1930 - 1997**

Content

1. Abstract
2. Introduction
3. Description of *Paulownia inopinata* nov. sp.
 - 3.1. The new fossil species
 - 3.2. Comparison with extant taxa
4. Leaves comparable to *Paulownia* sp. from Unterwohlbach
5. Comparison of the flora of Unterwohlbach to Chinese floras
6. Reports of putative *Paulownia*-remains from the Tertiary
7. Discussion
8. Acknowledgements
9. Literature
10. Tables

1. Abstract

Here we report the finding of four specimens of a new fossil fruit from the Middle Miocene of Unterwohlbach, Bavaria, Germany. These are casts and an outer impression of capsules consisting of two valves. Comparing them with capsules of extant plant genera they were identified as capsules of *Paulownia* (*Scrophulariaceae*) and named *Paulownia inopinata* nov. spec.. They are very rare fossils. The flora of Unterwohlbach is compared to the Mixed Mesophytic Forest flora of the chinese Yangtze region where extant species of *Paulownia* grow. An overview of other reports of fossil *Paulownia* remains, seeds, leaves and wood, is given.

¹ R. Butzmann, Fuggerstr. 8, 81373 München

² Dr. T.C. Fischer, Dorfstr. 34, 85737 Ismaning

Both authors are members of the Workgroup for paleobotany and biostratigraphy PBA at the Museum Günzburg and the Naturmuseum Augsburg.

2. Introduction

The Tertiary of the bavarian Molasse contains many well documented fossil floras, due to the facies most of them are leaf floras. From the locality of Unterwohlbach exist large collections but the documentation of the flora has been neglected. As from most localities there are unidentified leaves and fruits from Unterwohlbach. Every description of a new species completes the picture of the corresponding genus and the flora it was part of. Here previously unknown fossil capsules from Unterwohlbach are described and are identified as those of *Paulownia* (*Scrophulariaceae*) by morphological comparison. The four specimen represent the new species *Paulownia inopinata*. Together with seed findings lately revised as *Paulownia* from Southern France and Northern Italy and less reliable fossil leaves from some localities including Unterwohlbach, the presence of *Paulownia* capsules from the Molasse shows that *Paulownia* was part of neogene floras in Europe.

3. Description of *Paulownia inopinata* nov. spec.

3.1. The new fossil species

Systematics:

Family: *Scrophulariaceae* Juss.
Genus: *Paulownia* Sieb. et Zucc.
Paulownia inopinata nov. spec.

Diagnosis:

Loculicid capsules consisting of two valves in the size range 2.7 to 3.3 cm, width 1.3 to 2.0 cm, capsule wall less than 1 mm in strength, ovoid form, apex pointed, base rounded, half capsule completely divided by a septum, two symmetrical and concave cavities, inner fruit wall with perpendicular stripes, predetermined breaking edge of the capsule smooth with a longitudinal groove, apically capsule walls and septum jointing and pointed, cavities pointed, septum at the base wedge-shaped, cavities rounded, outer surface of the capsule smooth.

Holotype:

Fruit No. 1 pictured as Figure 1; housed in the Naturmuseum Augsburg, Inv. No. 97-119/1494

Isotypes:

Fruit No. 2 pictured as Figure 2; private collection of R. Kuhn, Xaver-Bayerstr. 4, 89312 Günzburg

Fruit No. 3 pictured as Figure 3A and 3B; private collection of C. Mayr, Feuerhausstr. 17, 82256 Fürstenfeldbruck

Fruit No. 4 pictured as Figure 4; housed in the Bayerischen Staatssammlung für Geologie und Paläontologie, Inv. No. 1978-IV-17

Type Locality:

Sand pit HUBER close to Unterwohlbach, R 66180, L 66580, Gemeinde Hohenkammer, Kreis Freising, Germany

Type Horizon:

Marl horizon (limno-fluviatile facies) belonging to the Middle Miocene, Obere Süßwassermolasse, Sarmatium, mittlere DEHM'sche Serie, Phytozone OSM 3b₂

Derivatio nominis:

Although the specimens had been collected years ago and been supposed to represent capsules, their similarity to *Paulownia* capsules was surprising ("inopinata") to the authors.

Description:

There are four specimen of the half capsules known. All are represented by casts of the capsules interior and an impression of the outside of a capsule in one case (No. 3). The length of the capsules is 3.2, 3.3, 2.7 and 3.1 cm, the width 1.8, 2.0, 1.4 and 1.3 cm (No. 1, 2, 3, 4.). The form of the capsules is ovoid, they taper off apically, basically they are rounded. A septum divides the half capsule completely over its whole length in two symmetrical and concave cavities. Perpendicular to the longitudinal axis the inner surface of the fruitwall shows flat stripes. The edge of the capsules wall that surrounds the sedimentary filling is smooth with a longitudinal groove. The strength of the capsule wall concluded from the visible edge in the holotype (No. 1) and the cavity between sedimentary filling and outer impression in specimen No. 3 is much less than 1 mm. The edges of the capsules walls and the septum join each other at the apex and the base, apically they build a triangle, the cavities are pointed. At the base the septum gets wedge-shaped so that the cavities are more separate and rounded. There are patches on the surface of cast No. 2 that could be due to seeds adhering to the inner surface of the former capsule (see discussion). The outer surface of the capsule is smooth.

3.2. Comparison with extant taxaComparision to genera producing capsule fruits:

The fossil capsules were compared to similar fruits of extant genera. For the *Juglandaceae* the fruits of the genera *Juglans* and *Carya* are comparable. In the case of *Juglans* the endocarp is much thicker and sculptured on the outside and this is not seen in specimen 3 (Figure 3A and 3B). There is a cast of a *Juglans* endocarp from Unterwohlbach (kept in the Bayerische Staatssammlung für Geologie und Paläontologie) showing these features and being completely different from our fossils. Endocarps of some species of *Carya* are much thinner but also show different sculpture/impression of the embryo. For the *Theaceae* the capsules of the genera *Camellia*, *Eurya*, *Gordonia*, *Hartia*, *Thea*, *Visnea*, *Polyspora*, *Schima*, *Stewartia* and *Ternstroemia* were compared. However, even in cases where capsules of two valves occur these are thick-walled and show an inner surface formed by the seeds inside. Comparison to the capsules of *Paulownia* (*Scrophulariaceae*) showed strikingly similar features: thin-walled capsules consisting of two valves further divided by a septum, inner surface with fine perpendicular stripes, overall form and size of the valve and features like the wedge-shaped lower part of the septum, the pointed tip of the capsule and the longitudinal groove on the edge of the capsule wall (due to an vascular strand dividing both halves of the capsule during ripening and opening), (capsules of extant *Paulownia tomentosa*, articial cast: Figure 5, original capsules: Figure 6A and 6B).

Extant *Paulownia* species for comparison:

Paulownia tomentosa (Thunb.) Steud. (Figure 8)

Biology of extant *Paulownia tomentosa*:

Paulownia tomentosa (Thunb.) Steud. is a large deciduous fast-growing tree up to 20 m (Figure 8F). Mature leaves (Figure 8A) are broad-ovate, 17-30 cm long, 12-27 cm wide, entire, cordate at the base, acute or abruptly acuminate at the apex. Leaves from vigorously growing sprouts are 5-lobed, up to 50 cm long, 53 cm wide, irregularly dentate, the petiole 46 cm long and 15 mm in diameter. The flowers are very showy, the inferior calyx is 5-toothed, the corolla is 8-10 cm long and about 2.5 cm in diameter. They are of tubular-funnelform with a spreading oblique and 5-lobed limb and have 4 stamens. The fruit is a loculicid capsule with two valves (Figure 8B, 8C and 8E), the fruit wall is 0.3 mm thick, glandularly papillose, the pericarp may be cartilaginous. Both cavities contain placentae and the seeds are located in the gap between the placenta and the fruit wall. During the ripening the placentae shrink and the capsule opens by splitting in two halves that stay on the calyx. The placentae fall out of the capsules so that the winged seeds are scattered. During the following spring the empty capsule-valves fall from the tree. One capsule contains about 2000 seeds. The seed (Figure 8D) is winged, 2 mm long, 0.75 mm in diameter and weighs only 0.3 mg. They grow as pioneer trees e.g. on falling banks of a river. (Denning, 1937, Hu, 1959, Hui-Lin, 1963).

Remark:

The capsules are extremely rare findings in the flora of Unterwohlbach, since only four specimen are available from the collections that represent in total at least 2500 plant fossils (cited above and private collections H. Schmitt, R. Butzmann and T. C. Fischer). A publication of the flora is in preparation by E. Knobloch.

4. Leaves comparable to *Paulownia* sp. from Unterwohlbach

The fossil flora from Unterwohlbach (represented by the above mentioned collections) also shows leaves that are usually referred to as *Catalpa*, *Paulownia*, *Cercis*, *Vitis*, *Byttneriophyllum* and *Tilia* leaves in the literature (Jongmans, 1938, Knobloch und Kvacek, 1965). Some of these leaves from Unterwohlbach resemble *Catalpa* and *Paulownia* leaves most closely (Figure 7). Leaves of *Catalpa* and *Paulownia* are hard to distinguish morphologically and no cuticles are preserved from Unterwohlbach. Leaves of *Paulownia* "...are large, cordate, ovate or elongate-deltoid-ovate, entire, 3- to 5-lobed..." (Hu, 1959). *Catalpa* leaves are very similiar. However the pictured fossil leaves seem to be more similiar to extant *Paulownia* leaves than to *Catalpa* ones especially when tertiary veins are compared. It is not the intention of this work to classify exactly these leaves but might be useful to draw attention to these fossil leaves that join the fruit findings from the same locality. For a discussion see section 7. Other occurences of previously described *Paulownia* leaves are given in section 6.

5. Comparison of the flora of Unterwohlbach to Chinese floras

The six extant species of *Paulownia* occur in the Mixed Mesophytic Forests (Text-figure 1) of China as minor elements (Hu, 1959). Therefore the flora of Unterwohlbach (Knobloch, 1989; Webenau, 1995; Butzmann und Schmitt, 1997; and unpublished

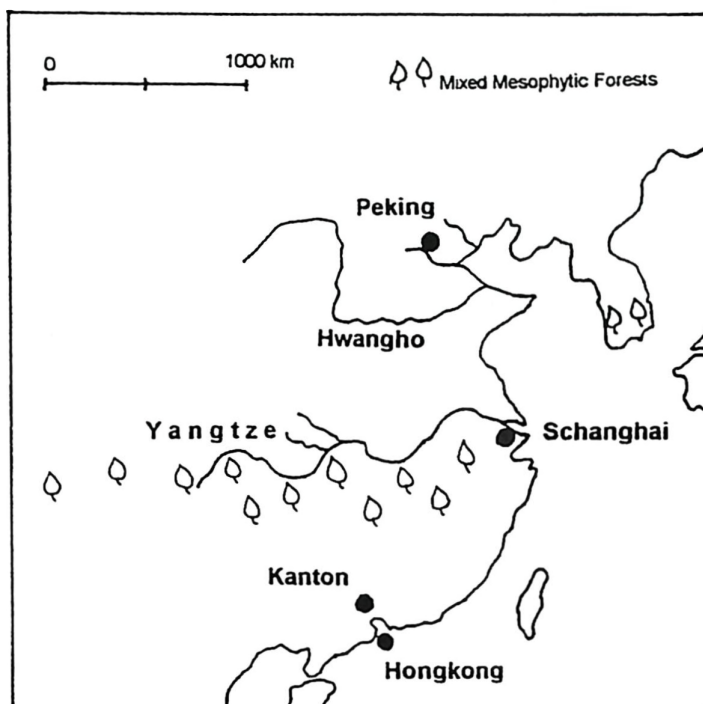
findings) joining the *Paulownia* fossils was compared to the Mixed Mesophytic Forests of the lower and upper Yangtze region (Wang, 1961).

Table 1: Comparison of the flora of Unterwohlbach to the chinese Mixed Mesophytic Forests of the lower and upper Yangtze region (Wang, 1961). Frequency "1" means rare, "2" abundant, "3" dominant.

Genus present in Unterwohlbach	Frequency in Unterwohlbach	Presence in the lower Yangtze region	Presence in the upper Yangtze region
<i>Acer</i>	1	+	+
<i>Ailanthus</i>	1	+	+
<i>Alnus</i>	1	-	+
<i>Berchemia</i>	1	-	-
<i>Betula</i>	1	+	+
<i>Carpinus</i>	1	+	+
<i>Carya</i>	1?	+	+
<i>Castanopsis</i>	1?	+	+
<i>Catalpa</i>	1?	+	+
<i>Celtis</i>	2	+	+
<i>Cinnamomum</i>	2	+	+
<i>Comptonia</i>	1	-	-
<i>Cornus</i>	1	+	+
<i>Corylus</i>	1	-	+
<i>Crataegus</i>	1	-	-
<i>Fraxinus</i>	1	+	+
<i>Ginkgo</i>	2	+	+
<i>Gleditsia</i>	1	-	-
<i>Juglans</i>	2	+	+
<i>Leguminosae</i>	2	+	+
<i>Liquidamber</i>	1	+	+
<i>Myrica</i>	1	+	+
<i>Nyssa</i>	1	+	+
<i>Parrotia</i>	1	-	-
<i>Paulownia</i>	1	+	+
<i>Platanus</i>	2	-	-
<i>Populus</i>	3	+	+
<i>Pterocarya</i>	1	+	+
<i>Quercus</i>	1	+	+
<i>Salix</i>	3	-	-
<i>Sapindus</i>	1	-	-
<i>Smilax</i>	1	+	+
<i>Ulmus</i>	3	+	+
<i>Zelkova</i>	2	+	+

From the genera present in Unterwohlbach 71% occur in the flora of the lower Yangtze and 76% in the flora of the upper Yangtze. This high degree of similarity clearly shows that *Paulownia* fits into the flora of Unterwohlbach from the geobotanical point of view. It is -like *Ginkgo*- a minor element of the extant as well as the fossil flora.

Text-figure 1: The distribution of forest types in China. Redrawn with kind permission from Gregor (1989).



6. Reports of putative *Paulownia*-remains from the Tertiary

Apart from the fossil capsules of *Paulownia* described here there are previous reports of seeds, leaves and wood.

The seeds described as *Hypericum cantalense* Reid from the Pliocene of Pont-Du-Gail (Cantal) (Reid, 1923) have been revised lately as *Paulownia cantalense* during the investigation of the Italian Pliocene. These seeds have also been found and identified from seven Pliocene localities in Northern Italy: Fornace di Baldichieri, Sento, Canton Talentino, Ca' Viettone, Monella (near Lanzo), Stura and Pocapaglia (Martinetto, pers. comm., Mai in Martinetto, 1995, Bertoldi and Martinetto, 1995, Cavallo and Martinetto, 1996, Martinetto, 1996).

There are leaves described as *Paulownia* or compared to it from the Miocene and Pliocene of the Cantal region. *Paulownia europaea* Laurent is from the Pliocene of Mougudo (Laurent, 1904-05). Knobloch and Kvacek (1976) compare these leaves to *Dombeyopsis lobata* Unger by cuticular analysis. *Dicotylophyllum* sp. 2 Roiron from the Miocene of Murat (Roiron, 1991) is amongst others compared to *Catalpa* and *Paulownia*. Therefore there are both, seeds and leaves, from the Cantal region. From the Pliocene of Willershausen, Germany, a leaf compared to *Paulownia* is known (Straus $\dagger$, 1992). There is also a fossil leaf species *Paulownia shanwangensis* from the early Middle Miocene of China (Academia Sinica, 1978), the habitat of extant *Paulownia* species. From North America there are *Paulownia thomsoni* Becker, a leaf from the Lower Miocene of the Beaverhead Basin, Montana (Becker, 1969) and *Paulownia columbiana*, an abundant leaf from one location in the Ellensburg Formation, Washington, of Upper Miocene to Lower Pliocene age (Smiley, 1961). From the Latah Formation, Washington, there are two seed capsules *Carpites paulownia* (Knowlton, 1926) and *Cassia spokaneensis* (Berry, 1929). Smiley (1961) considers both as *Paulownia* capsules, however, only *Carpites paulownia* shows a calyx that should be present when the pedicel is preserved. A fossil wood from the Tertiary of Hanan, Japan, is described as *Paulownioxylon hondoense* Watari (Watari, 1948).

7. Discussion

The fossil capsules from Unterwohlbach were identified as *Paulownia* remains by morphological comparison to similar fruits of extant genera. Overlooking some botanical literature only a few families had to be compared in more detail. The endocarps of *Juglandaceae* (*Juglans*, *Carya*) could easily be excluded since their inner and outer sculpture and the thickness of the endocarp wall are not like those of the fossils. One fossil *Juglans* endocarp from Unterwohlbach shows these features and fits well to the abundant occurrence of *Juglans* leaves. From the *Theaceae* apart from other genera especially the capsules of extant *Gordonia*, *Polyspora* and *Schima* species were examined more closely. In most cases the capsules consist of more than 2 valves (3-5) and more importantly the valves have distinct thick walls and are therefore different. None of the *Theaceae* capsules is comparable to our fossils. On the other hand the similarity to the capsules of extant *Paulownia tomentosa* are striking (loculicid 2-valved capsule, overall form and size, thin-walled valve, septum with wedge-shaped base, smooth outer surface). For comparison one should take special note of details only visible in the artificial cast (Figure 5). The impression of the pointed tip of the capsules is identical for fossil and extant capsules. A longitudinal groove produced by a vascular bundle on the edge of the capsules is present. The inner capsule wall shows fine perpendicular stripes in either case. The fossil cast No. 2 shows patches (impressions) that could have been formed by seeds still adhering to the former capsules inside. In extant *Paulownia tomentosa* the seeds cover the inner surface of the capsule like shingles. An identical impression was produced in the artificial cast when seeds were left inside the valve. However, since the seeds are very small and flat no further details could be expected to be visible in both cases.

For these reasons the identification as *Paulownia* capsules and the description as *Paulownia inopinata* is justified.

The extant species of *Paulownia* live in south-eastern Asia. Therefore the flora of Unterwohlbach was compared to two regions of the Yangtze-river, China, to check if the occurrence of *Paulownia* in Unterwohlbach is plausible from the accompanying flora and paleoecologically. From the flora of Unterwohlbach 71% and 76% of the genera occur in the lower and upper Yangtze region. So the floras are clearly comparable. In the Chinese flora *Paulownia* is a minor element (like *Ginkgo* that also occurs in both floras). Also the ecology of *Paulownia* fits well. For the flora of Unterwohlbach a habitat close to a river can be concluded from the sediments and the overall geology. The extant species of *Paulownia* are pioneering plants. Their countless small winged seeds are dependent on freshly exposed soils like those on falling banks of a river where they grow. They are fast growing trees which are sensible to shading and occur isolatedly. There are no *Paulownia* dominated forests. The fact that they are minor elements and that the capsules are fragile might account for the rareness of the fossil capsules. In that context it is noteworthy that the fossils are part of a leaf-flora in a marl.

To our knowledge there is no previous report of *Paulownia*-capsules in Europe. Gothan and Weyland (1954) mention a capsule fruit from Cechy (Bohemia) that "could belong to the genus" but does not cite the literature. Obviously the specimen had not been named. The North American *Carpites paulownia* is most likely a *Paulownia* capsule, the calyx is also preserved and resembles that of *Paulownia*. Nevertheless in most cases the valves are shed without calyx and pedicule as we observed in extant *Paulownia tomentosa*. The seeds from Southern France and North Italy that have been revised lately also show the presence of the genus in the Neogene. Leaf fossils assigned to *Paulownia* are problematical, especially when there are only impressions available like in Unterwohlbach. However, some findings from here are quite comparable to *Paulownia*-leaves.

8. Acknowledgements

We want to acknowledge Mr. Ch. Mayr, Fürstenfeldbruck, Mr. R. Kuhn, Günzburg and the Bayerische Staatssammlung für Geologie und Paläontologie, München, for placing their fossils at our disposal. Mr. A. Huber, Unterwohlbach is acknowledged for allowing excavations in the Unterwohlbach pit. Mrs. Blachian, Walchstadt, provided us with fruits of *Paulownia tomentosa* for comparison. We thank Dr. H.-J. Gregor, Naturmuseum Augsburg, Prof. Dr. D. Podlech, Institut für systematische Botanik, München, and Prof. Dr. R. Hantke, Zürich for helpful discussion. Mr. H. Schmitt, Dietramszell and Mr. G. Butzmann are acknowledged for performing the leaf drawings, Dr. Y. K. Luo, Institut für Botanik, München, for translating the chinese literature, Dr. T. Golds, Institut für Genetik, Garching, for correcting our manuscript and Mrs. Gretz, Bayerische Staatssammlung für Geologie und Paläontologie, München, for help with the literature.

9. Literature

Academia Sinica (1978). Fossil plants of China, Fasc. III, Cenozoic plants of China. Peking.

Becker, H.F. (1969). Fossil plants of the tertiary Beaverhead Basin in SW Montana. *Palaeontographica Abt. B* 127, 1-142.

Berry, E.W. (1929). A revision of the flora of the Latah formation. U.S Geological Survey Professional Paper 154-H, 225-265.

Bertoldi, R., Martinello, E. (1995). Ricerche paleobotaniche (palinologiche e paleocarpologiche) sulla successione "Villafranchiana" del Rio Ca' Viettone (Torino, Italia). *Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences* 8(2), 403-422.

Cavallo, O., Martinetto, E. (1996). Flore plioceniche del bacino del Tanaro. *Alba Pompeia* XVII, 5-31.

Dening, K. von (1937). Zur Kenntnis von *Paulownia tomentosa*. *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft* 49, 127-129.

Gregor, H.-J. (1989). Versuch eines neuen Klima-Modells für die Zeit der Oberen Süßwassermolasse in Bayern. *Documenta Naturae* 46, 34-47.

Gregor, H.-J., Hottenrott, M., Knobloch, E., Planderova, E. (1989). Neue mega- und mikrofloristische Untersuchungen in der jungtertiären Molasse Bayerns. *Geologica Bavarica* 94, 281-369.

Gothan, W., Weyland, H. (1954). *Lehrbuch der Paläobotanik*. Berlin: Akademie-Verlag.

Hu, Shiu-ying (1959). A monograph of the genus *Paulownia*. *Quarterly Journal of the Taiwan Museum* 12, 1-54.

Hui-Lin, Lin (1963). *Woody Flora of Taiwan*. Philadelphia: A Monnis Arboretum Monography.

Jongmans, W.J. (Hrsg.) (1938). *Fossilium Catalogues, Plantae, Abt. III, Pars 24*. Berlin.

- Knobloch, E. and Kvacek, Z. (1965). *Byttneriophyllum tiliaefolium* (Al. Braun) Knobloch und Kvacek in den tertiären Floren der Nordhalbkugel. Sbornik Geologických Ved, Reihe P, 5, 123-166.
- Knobloch, E. and Kvacek, Z. (1976). Miozäne Blattfloren vom Westrand der Böhmisches Masse. Rozprawy Ustredniho ustavu geologickeho 42, 1-131.
- Knobloch, E. (1998/99). The neogene flora from Unterwohlbach (Bavaria). Documenta Naturae, in preparation.
- Knowlton, F.H. (1926). Flora of the Latah formation of Spokane, Washington, an Coeur D'Alene, Idaho. U.S. Geological Survey Professional Paper 140-A, 17-81.
- Laurent, L. (1904-1905). Flore pliocene des cinerites du Pas-De-La-Mougudo et de Saint-Vincent-La Sabie (Cantal). Annales Du Musee D'Histoire Naturelle De Marseille. Geologie, Tome IX, 1-313.
- Martinetto, E. (1995). Chronological and palaeoenvironmental meaning of plant macrofossils in the stratigraphical framing of the "Villafranchiano" unit in some districts of the Piemonte region (NW Italy) (in Italian). Doctorate thesis. Torino: Dipartimento di Scienze della Terra di Torino.
- Martinetto, E. (1996). Pliocene vegetation at the western margin of the Po Basin. Allionia 34, 349-355.
- Reid, E.M. (1923). Nouvelles recherches sur les graines du Pliocene inferieur du Pont-de-Gail (Cantal). Bulletin Societe Geologique France, Ser. IV, 23, 308-355.
- Roiron, P. (1991). La Macroflore d'age miocene superieur des diatomites de Murat (Cantal, France), implications paleoclimatiques. Palaeontographica Abt. B 223, 169-203.
- Schmitt, H. and Butzmann, R. (1997). Entrischenbrunn - Statistische Untersuchungen an einer neuen Florenfundstelle aus der Oberen Süßwassermolasse im Landkreis Pfaffenhofen a. d. Ilm. Documenta Naturae 110, 55-87.
- Smiley, C.J. (1961). A record of *Paulownia* in the Tertiary of North America. Amer. Jour. Bot. 48, 2, 175-179.
- Straus, A. † (1992), Hrsg: Wilde, V., Lengtat, K.-H., Ritzkowski, S.. Die oberpliozäne Flora von Willershausen am Harz. Ber. Naturhist. Ges. Hannover 134, 7-115.
- Wang, Chi-Wu (1961). The forests of China with a survey of grassland and desert vegetation. Cambridge: Maria Moors Cabot Foundation. Publication No. 5.
- Watari, S. (1948). Studies on the fossil woods from the Tertiary of Japan. V. Fossil woods from the Lower Miocene of Hanenisi, Simane Prefecture. Japanese Journal of Botany 13: 503-518.
- Webenau, Bernhard von (1995). Jungtertiäre Blattfloren der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands. Documenta Naturae 98, 1-147.

10. Plates

Plate 1

- Figure 1: *Paulownia inopinata* nov. spec., cast, Holotype, fruit No. 1, housed in the Naturmuseum Augsburg, Inv. No. 97-119/1494, 2:1
- Figure 2: *Paulownia inopinata* nov. spec., cast, Isotype, fruit No. 2, private collection of Mr. R. Kuhn, Günzburg, 2:1
- Figure 3A: *Paulownia inopinata* nov. spec., cast, Isotype, fruit No. 3, private collection of Mr. C. Mayr, Fürstenfeldbruck, 2:1
- Figure 3B: *Paulownia inopinata* nov. spec., partially conserved impression of capsule outside, Isotype, fruit No. 3, private collection of Mr. C. Mayr, Fürstenfeldbruck, 2:1
- Figure 4: *Paulownia inopinata* nov. spec., cast, Isotype (questionable), fruit No. 4, housed in the Bayerischen Staatssammlung für Geologie und Paläontologie, Inv. No. 1978-IV-17, 2:1
- Figure 5: Artificial gypsum cast of extant *Paulownia tomentosa*, 2:1
- Figure 6: Inside of the capsule of extant *Paulownia tomentosa*, 2:1
 A: Separate valve, as usually shed
 B: Valve with calyx and pedicule
- Figure 7: Drawing of a fossil leaf comparable to *Paulownia* from Unterwohlbach, private collection R. Butzmann, Inv. No. g10U89, 1:1

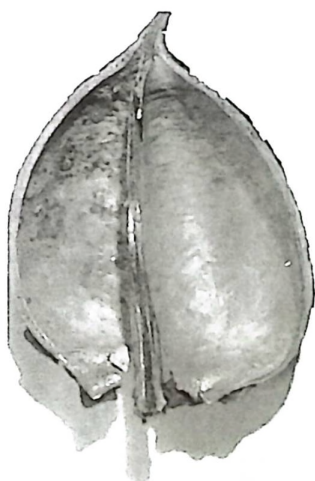
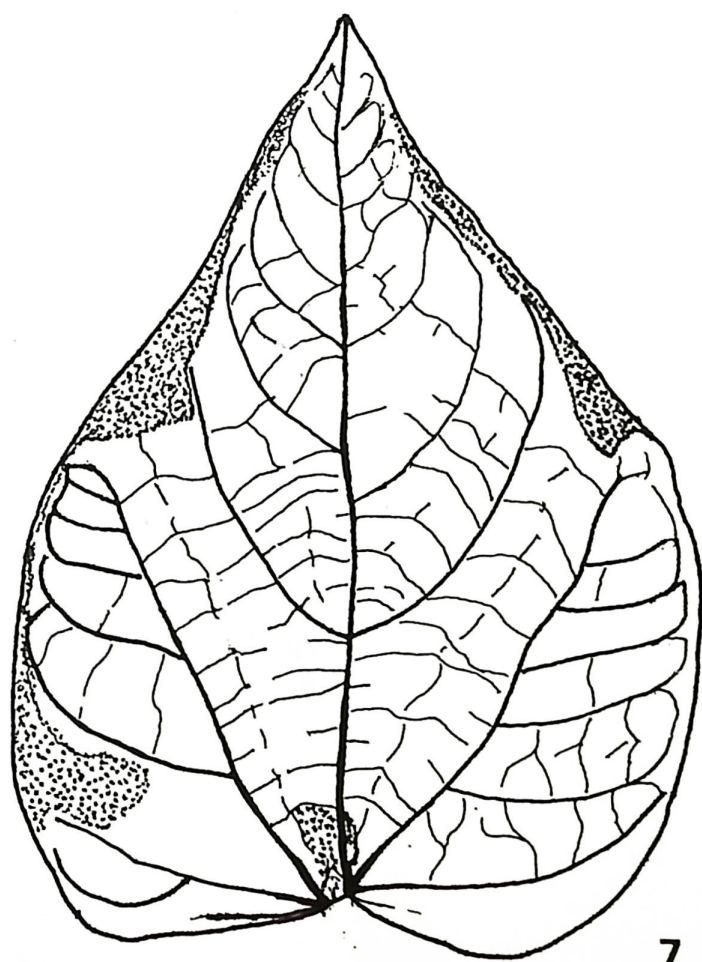
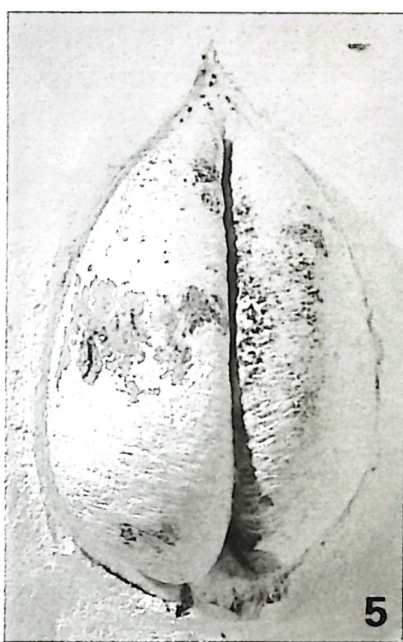


Plate 2

Figure 8: *Paulownia tomentosa* Sieb. et Zucc., drawings

A: Leaf, 1:1

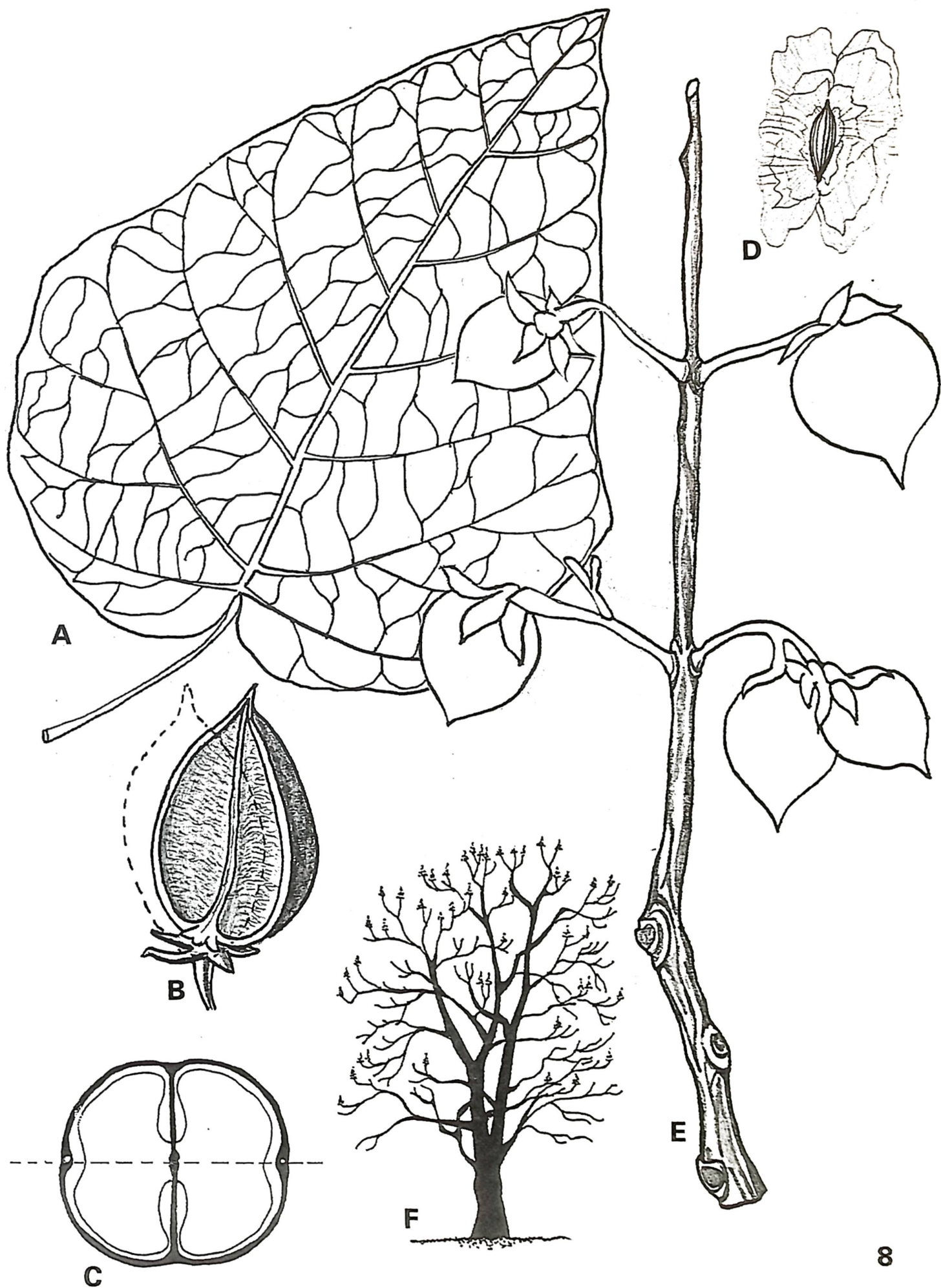
B: Empty capsule, 2:1

C: Cross-section through capsule, the dotted line shows the dehiscence plane along the vascular bundles, 3:1

D: Seed with wing, 20:1

E: Infructescence, 1:1

F: Tree, 15 m height



Tertiäre Xylofloren aus Libyen

—

ein Exkursionsbericht zur Problematik der dortigen Fundstellen

von H.-J. GREGOR & E. VELITZELIOS

Zusammenfassung

Auf einer Exkursion im Jahre 1996 in Libyen gesammelte Kieselhölzer wurden untersucht und auf frühere Befunde von DECHAMPS 1982 Bezug genommen, wobei sich eine Reihe von Diskrepanzen sowohl in den Bestimmungen als auch in den Aussagen im Hinblick auf Palökologie, Paläoklimatologie und Stratigraphie der Sahabi-Formation (Unter- bis Mittel-Pliozän) ergab. Eine mögliche Erklärung liegt in Umlagerungsphänomenen als auch in der Art Bestimmungen vorzunehmen.

Summary

Silicified wood remains were found in Libya during a geological excursion 1996. The trip went from Benghazi and Ajdabiya through the desert to the margin of Sabkhat Shunnayn, a scarpment with a profile from the Middle Miocene to the Lower to Middle Pliocene. In the latter earlier findings of fossil woods were compared with our experiences in the sediments with allochthonous conditions. The result of DECHAMPS 1982 are not convincing and our ideas have the common reworking conditions in mind by reconstructing paleocological, palaeoclimatological and stratigraphical settings.

Adressen der Autoren:

Dr. Hans-Joachim Gregor, Naturmuseum, Im Thäle 3, D-86152 Augsburg.

Prof. Dr. Evangelos Velitzelos, National-University of Athens, Subfac. of Earth Sciences, Dept. of Stratigraphy etc., Panepistimiopolis, G-15784 Athens.

Beide Autoren sind Mitglieder der Paläobotanisch-biostratigraphischen Arbeitsgruppe PBA im Heimatmuseum Günzburg und im Naturmuseum Augsburg.

Inhalt:

1. Einleitung und Danksagung
2. Geländebeobachtungen und Fragestellung
 - 2.1 Fragestellung
 - 2.2 Einführung in die Geologie des Sirt-Beckens
 - 2.3 Vorarbeiten der Autoren.
3. Bisherige Befunde in der „Sahabi Formation“
 - 3.1 Die Fundstellen DECHAMPS
 - 3.2 Die Hölzer - Bearbeitung DECHAMPS
 - 3.3 Probleme bei der Untersuchung
 - 3.4 Hinweise auf Umlagerung
 - 3.5 Die Fauna von Sahabi
4. Eigene Befunde und Überlegungen - Bearbeitung GOTTWALD
 - 4.1 Aufsammlung GREGOR
 - 4.2 Aufsammlung VELITZELOS
 - 4.3 Auswertung
 - 4.4 Weitere Vergleiche mit anderen Fundstellen
5. Gesamt - Interpretation
6. Literatur
7. Tafeln

1. Einleitung und Danksagung

Vom 14. - 17. 1. 95 war eine internationale Gruppe von Wissenschaftlern nach Benghazi-Libyen eingeladen worden.

Es ging um die "International Conference on Biotic and Climatic Effects of the Messinian Event in the Mediterranean" am Department of Earth Science der Faculty of Science an der University of Garyounis in Libyen (vgl. Abb.1,2)

Neben den Diskussionen zum Thema konnten auch Eindrücke von der Problematik des Messins und seiner Begleitumstände im Gelände gewonnen werden.

Die Aufsammlung fossiler Hölzer auf der Exkursion wurde von den Autoren GREGOR und VELITZELOS gemeinsam gemacht.

Wie bedanken uns ganz herzlich für die Organisation der Exkursion nach Sahabi (vgl. Abb.4) bei den Kollegen N.T. und D.D. BOAZ, New York und dem „Concession and Regional Coordinator“ MOHAMED ALI SHELMANI MOTTA von der Arabian Gulf Oil Co., sowie ganz besonders bei Kollegen A. EL ARNAUTI von der Garyounis University in Benghazi. Gedankt sei auch dem ganzen Conference Organising Committee in Benghazi.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft übernahm die Kosten für die im Augsburger Naturmuseum aufbewahrten Dünnschliffe der Hölzer (Aktenzeichen IIC6-Gr 623/9-1), womit an dieser Stelle dafür gedankt sei.

Prof. em. Dr. H. GOTTWALD (Reinbek) übernahm die wissenschaftliche Auswertung der Schliffe von den gesammelten Hölzern - unser herzlicher Dank dafür.

Die Dünnschliffe fertigte dankenswerterweise Präparator H.MERTEL an (Inst.f.Paläontologie u. hist.Geol.Univ.München).

Schreibweisen: Die arabischen Ortsbezeichnungen werden in diversen Atlanten und auf topographischen Karten z.T. ganz verschieden beschrieben - wir verwenden die der Karte Libya 1 : 2 000 000 Cartographia Verl.

Sirt - Becken, Syrte - Becken,	Ajdabiya - Ajdabiyah - Adschdabija,
Sabkhat Shunayn - Sabkhat al Qunayyin - Sebkat Al Qunayyan - Sabkhat al-Janin,	
Hisn as Sahabi - Quasr as-Sahabi,	Benghazi - Banghazi,
Libya - Große Sozialistische Libysche Arabische Volksjamahirya - G.S.P.L.A.J	

2. Geländebeobachtungen und Fragestellung

Auf der Exkursion von Benghazi (Libyen, vgl. Abb.1,2) nach Sahabi etwa 200 km im Süden der Stadt (Abb.3) wurde kurz nach Ajdabiya (ca. 15 km, E 748/11-12) eine Rast eingelegt, bei der erste verstreute Hölzer aus dem Eo-/Oligozän gefunden wurden. Die Stücke waren max. unterarmlang, meist aber kleiner und lagen flächenhaft. Stämme oder größere Stammreste konnten nicht beobachtet werden.

Regional befanden wir uns bei der nächsten Fundstelle fossiler Hölzer am Rand der Sabkhat Shunayn, einer großen Salzpflanze südlich Benghazi (E 748/12).

Wieder einige km weiter querten wir die Sahabi-Formation mit Clypeaster-Seeigeln und Haifischzähnen, Gips-Mollusken und Korallen (Formation M, laterale Ausdehnung der oberen Ar-Rajmah-Formation, Mittleres Miozän vgl. Abb.4) sowie vielen silifizierten Holzsplittern und auch größeren Stücken, darunter „Palmenreste“ (oft als Windkanter ausgebildet, mit Wüstenlack), eisenverkrustete Splitter und frühgeschichtliche Werkzeuge, z.T. aus fossilem Holz (E 748/13). Die Farben der Hölzer waren meist braun, schwarz oder grau und gehörten vermutlich bereits zur überlagernden Sahabi-Formation, da die zwischengeschaltete messine Formation P fossil leer ist.

Die Fahrt wenige km weiter endete beim "Elephant Hill" am "Petrified Forest" (Sahabi-Formation, Unit U-1).

Zu letzterem ist zu erwähnen, daß kein einziger Stamm auf unserer Exkursion in situ gefunden wurde, sondern alle verkieselten Hölzer auf allochthoner Lagerstätte zu finden waren. Es fanden sich fingerlange Stücke, auch Palmenreste (allerdings nicht im Bereich der großen Stämme), armlang und bis 15 m Länge. An diesen Stämmen fiel auf, daß sie meist in Sandstein-Konkretionen staken bzw. vom Sediment umhüllt waren. Kreuzschichtung auf diesen Umhüllungen ließen auf fluviatile Bedingungen schließen.

Die Stämme lagen orientiert entlang eines Ästuars (P 28 von den damaligen Untersuchern genannt), zusammen mit Knochen und Zähnen einer reichen Tierwelt (vgl. zur gesamten Fauna BOAZ, HEINZELIN, GAZIRY & EL-ARNAUTI 1982 und hier Kap.3.4).

Es wurde von den Bearbeitern am Elephant Hill noch eine weitere Untersuchung vorgenommen, wobei versucht wurde, Hölzer in situ zu finden. In den grünlichen, grauen und rosa Tonmergeln sah man zwar zarte Wurzelspuren, sonst aber nur Knochenreste, Zähne, Kiefer, Platten von Reptilien usw.

Eine Pollenprobe wurde von Kollegin Adele BERTINI (Florenz) genommen, die leider, wie so oft in Sedimenten in Wüstengebieten, steril waren, d.h. keine Palynomorphen zeigten (vermutlich Oxidation im Sediment).

Die Hölzer fehlten bei der Weiterfahrt zum Korallenbereich im Profil von Sahabi mit Sabkha-Fazies (Cardien, Korallen, E 748/15), waren also auf die anderen Profilpartien beschränkt.

Ein Profil von der Fundregion Sahabi findet man bei HEINZELIN & EL-ARNAUTI in BOAZ et al. 1982, Fig. 1, 2, 3). Es wird hier zur besseren Information in Abb.4 zusammenfassend dargestellt.

Fragen der Silifizierung im Tertiär - ob im Paläogen oder Neogen - spielten keine Rolle bzw. müssen noch offen bleiben, da viele Bedingungen dafür noch unbekannt sind.

Als einführende Literatur sei genannt BUURMAN 1972, THIRY, KOENIGUER & MENILLET 1988 oder LANDMESSER 1994.

2.1 Fragestellung.

Die Fragestellung, die bei unserer Exkursion auftrat, betrifft praktisch dieselben Punkte, wie sie auch DECHAMPS (1982:15) bereits erwähnt hat:

- 1) Identifikation der fossilen Hölzer im Vergleich mit rezenten Formen
 - 2) Rekonstruktion der vergangenen Vegetation von Sahabi
 - 3) Rekonstruktion des Klimas im Hinblick auf Temperatur und Niederschläge
- neu hinzu kämen von unserer Warte aus:

- 4) Fragen zur Altersstellung der Hölzer und damit zur möglichen Umlagerung, die für verkieselte Hölzer ungemein häufig zutrifft.
- 5) Vergleich der Gegebenheiten Fauna - Flora
- 6) Rekonstruktion der Verkieselungsphänomene und diagenetischer Bedingungen

2.2 Einführung in die Geologie des Sirt-Beckens

Einen Überblick über alle geologischen Formationen Libyens findet man bei HECHT et al. 1963. Speziell tertiäre Belange werden von diesen Autoren (ibid. S. -) zum Sirt-Becken untersucht, dem Hauptgebiet für unsere Kieselhölzer.

Ein Symposiumsband mit Abstracts (Sedimentary Basins of Libya - 1. Symposium: Geology of Sirt Basin 1993) führt in die nähere Problematik ein.

Weitere Autoren zum Thema und speziell zu fossilen Funden sollen hier kurz zur Information genannt werden:

ZITTEL 1883, GREGORY 1911 a, b, DESIO 1950, EL-HAWAT (1982, S. 421), EL-ARNAUTI & de HEINZELIN 1982, S. 41), BINSARITI et al. (1982, S. 19) und EL-ARNAUTI & SHELMANI 1993. (vgl. Kap. 2).

Zu allen erwähnten Fossilgruppen der Sahabi-Schichten vergleiche man zur Ergänzung Literatur von STEFANINI 1921.

Daß das ganze Sirt-Becken eine riesige Drainage war und sogar mit dem Messinian-event in Zusammenhang stand, belegen BINSARITI et al. 1995: 19, HECHT et al., 1963: 60-63, BOAZ in BOAZ et al.: 112, wobei auch der "Channel-charakter" aller Ablagerungen des Profils von Sahabi für unsere Untersuchung von Bedeutung ist.

2.3 Vorarbeiten der Autoren

Autor GREGOR hatte bereits (1980) in Ägypten mit dem Problem der Autochthonie oder Allochthonie zu tun, was mit dem damaligen Wissenschaftlerteam unter Leitung von Prof. W. BARTEL heftig diskutiert wurde. Einige vorläufige Daten zum Vorkommen der Hölzer entlang der Straßen Fajum - Baharija-Oase - Kharga-Oase - Baris - Six Hills und Abu Ballas (ibid. Abb. 1, S. 38) erbrachten 2 neue Arten (*Cordioxylon bartheli* und *Euebenoxylon saharicum*) sowie diverse Coniferen wie *Protophyllocladoxylon*, *Cupressinoxylon* u.a. (vgl. SÜSS 1987).

Vor kurzem haben die Autoren GREGOR und GOTTWALD, zusammen mit dem Finder, Herrn BRODT, eine Publikation über eine erste Serie libyscher Hölzer vorgelegt (BRODT, GOTTWALD & GREGOR 1993).

Die Autoren hatten also alle Voraussetzungen für die vorliegende Bearbeitung, sind mit der Umlagerungsproblematik vertraut ist. (vgl. GREGOR 1980, HOLLEIS & GREGOR 1986) und Prof. H. GOTTWALD ist für seine Bearbeitungen von Xylofloren, z.B. von Tunis 1969, Irrawadi 1994, Helmstedt 1966/1992 und der ostbayerischen Molasse 1997 bekannt.

Autor VELITZELOS bearbeitet die fossilen Wälder Griechenlands z.B. auf Lesbos (VELITZELOS, PETRESCU & SYMEONIDES 1981 a, b) und beschäftigt sich speziell mit in-situ Funden, da fast alle fossilen Stämme auf Lesbos aufrecht im Sediment bzw. Tuffit stehen.

3. Bisherige Befunde in der „Sahabi Formation“

3.1 Die Fundstellen DECHAMPS

DECHAMPS hat 1982 (in BOAZ et al.: 15-18, 3 Fig.) einen kleinen Artikel über die Xyloflora der "Sahabi-Formation" gegeben, wobei seine Aussagen so gezielt sind, daß aufgrund der eigenen Beobachtungen Zweifel an den Ergebnissen dieser Arbeit auftraten. Warum - das soll hier kurz aufgeführt werden.

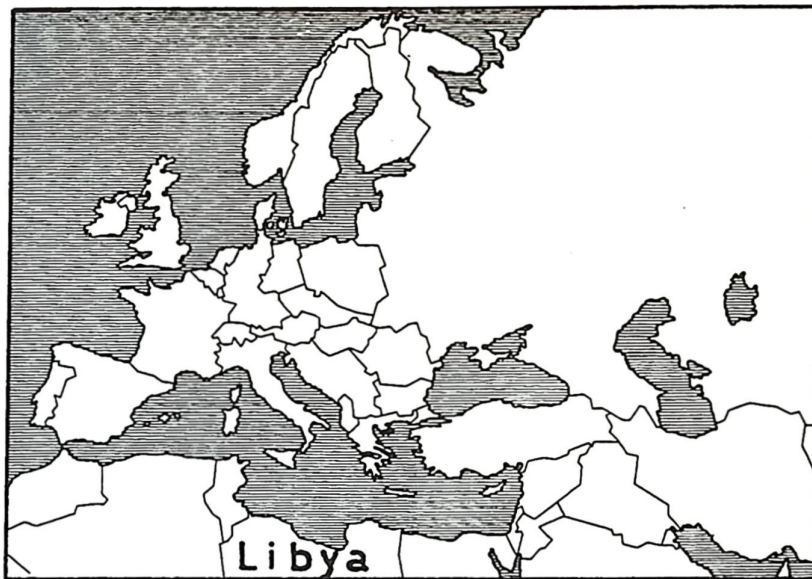
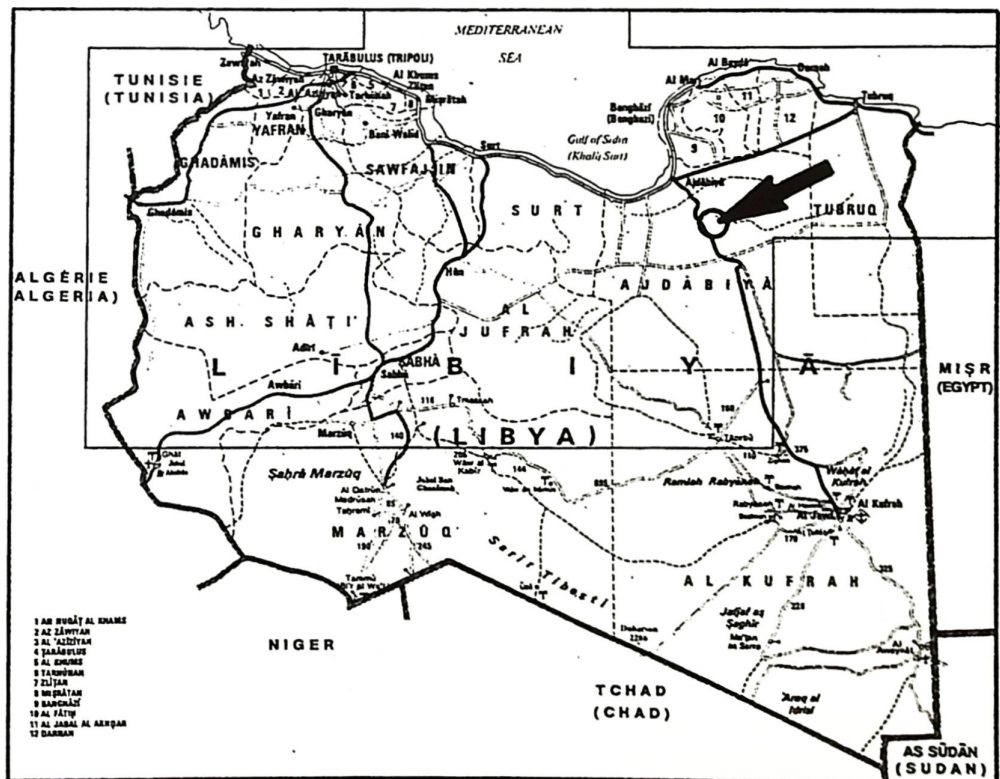


Abb.1:
Libyen auf der Mittelmeerkarte

Abb.2: Die Fundregion Sahabi SE Ajdabiya nahe der ägyptischen Grenze



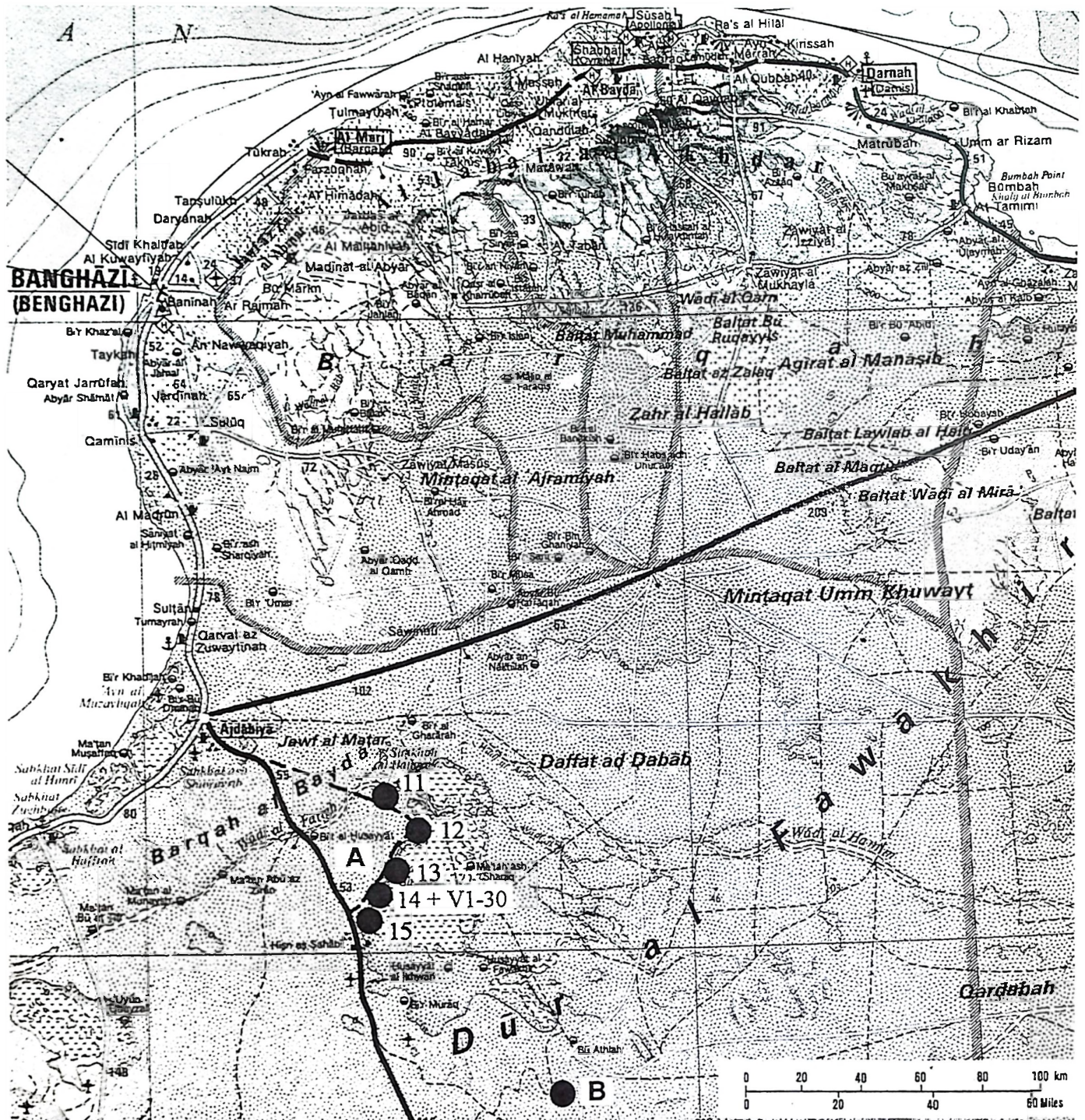


Abb.3:

Topographische Karte von Libyen mit Angabe diverser Fundpunkte auf der Exkursionsroute von Benghazi über Ajdabiya Richtung Sabkhat Shunayn. Areal A: Aufsammlungen der Autoren. Die Nummern 11, 12, 13, 14 und 15 entsprechen den Exkursionsnummern von Autor GREGOR E 748/11, E 748/12, E 748/13, E 748/14, E 748/15, V 1-30 denen von Autor VELITZELOS am Elephant Hill (incl. K-1,2 und D1,2)

Areal B: Aufsammlung BRODT, vgl. BRODT, GOTTWALD & GREGOR 1993.

Die Funde DECHAMPS stammen aus den Schichten U-1 und V1 (vgl. Abb. 3), die von de HEINZELIN & EL-ARNAUTI kurz so charakterisiert wurden, fossile Hölzer betreffend (vgl. auf Profil Abb.4):

Unit U-1: 2-25 m, breite "Channels, clays of different colours"

viele Knochen, Kieselhölzer, z.T. in situ, als auch Sandausfüllungen bzw. Steinkerne auch von großen Stämmen.

Unit V-1: 10-40 m mächtig, Sande und Konglomerate mit unregelmäßigen Einschaltungen, nur wenige abgerollte Knochen, aber Kieselhölzer und Stämme reichlich.

3.2 Die Hölzer - Bearbeitung DECHAMPS

Das von DECHAMPS untersuchte Material wurde von de HEINZELIN gesammelt - eigene Beobachtungen fehlen ihm also.

Er erwähnt insgesamt 367 Proben, die nach seinen Aussagen nur teilweise untersucht wurden (seit 1982!).

Die fossilen Hölzer wurden von 2 Schichten, U1 und V1 der Sahabi Formation genommen - Beobachtungen darüber fehlen (in-situ-Verhalten z.B.).

Der Autor erwähnt 13 Pflanzentaxa, die er bisher bestimmen konnte:

Palmae gen.indet.

Myrianthoxylon coppensi

Piptadenia gabunensis

Castanola paradoxa

Agelaea dewevrei

Ekebergia rueppeliana

Albizzia zygia

Dombeya sp.

Maerua angolensis

Ozoroa vel *Lannea* sp.

Bridelia aff.*ferruginea*

Acacia mellifera var. *detinens*

Leguminosae indet.

3.3 Probleme bei der Untersuchung

Im folgenden werden kurz einige problematische wissenschaftliche Postulate und Aussagen von DECHAMPS näher untersucht (1982: 15-18):

1) Es wurde automatisch angenommen, daß die Hölzer aus der Sahabi-Zeit stammen - diese Interpretation wurde ohne Reflexion zu Umlagerungsphänomenen gemacht.

2) Aus 1 wurde sofort auf die Ähnlichkeit des „palaeoenvironments Sahabi“ - mit der des rezenten Ökosystems geschlossen - die Flora betreffend.

3) Die Bestimmungen DECHAMPS sind so genau (ibid. 15), z.B. *Maerua angolensis* oder *Ekebergia rueppeliana*, daß ein mit dem Metier vertrauter Bearbeiter stutzig werden muß (oft nur Familien- oder Gattungszugehörigkeit möglich).

4) Statt mit den Suffix *-oxylon* zu arbeiten und auf die Bestimmungsproblematik bei der großen Zahl von weit über 100 Vergleichsarten in beiden Gattungen (Punkt 3) zu verweisen, werden von diesem Autor rezente eindeutige Arten benannt.

5) Daß Zuwachszonen sofort auf "markedly dry season" (wie heute in Libyen) schließen lassen, ist so in dieser Form nicht haltbar, sondern müßte präzisiert werden, da auch andere Gegebenheiten vorliegen können (abhängig vom Klima).

6) Traumatische Verhältnisse im Holz sofort auf "bush-fires" zu übertragen, ist wissenschaftlich fraglich. Traumata können von Feuer kommen, von kurzfristigen "(mikro-)klimatischen Störungen", von Tierverbiß, von Stürmen usw.

7) DECHAMPS vorläufige Interpretation (ibid.:15) der Hölzer als „alle Bereiche umfassend, die erwartet werden können“ (Vergleich mit heutigen Ökosystemen im Gebiet N-Afrika), erscheint so detailliert zweifelhaft:

swampy delta
desertic steppe
closed humid forest
forest gallery
wooded savanne

8) Bei Bruchstücken von Palmen eine „exact identification“ zu erwarten bzw. dies nur zu versuchen erscheint im Hinblick auf Biotope usw. zuviel gewollt, können wir doch bei fossilen Palmhölzern oft nur von „Palmoxylon“ bzw. als „Monocotyledonen-Stamm“ sprechen (freundl. mündl. Mitt. Prof. GOTTWALD).

9) Der "humid secondary forest" ist als Begriff falsch, da "secondary forests" von Menschen verursacht werden.

10) Bestimmungen wie z.B. *Lanea* sp. als nur zur "wooded Savannah" gehörig zu bezeichnen ist unzutreffend, da *Lanea* mit diversen Arten z.B. auch an der Koromandel-Küste Indiens oder in dichten Wäldern Westafrikas vorkommt.

Auch *Dombeya* sp. als "characteristic of this vegetation type (Gallery forest)" anzusehen, ist ebenfalls nicht zutreffend. Ebenso bei 100 Arten von *Maerua* (Afrika bis Hinterindien) sofort die Art *M. angolensis* zu benennen - ist nicht nachvollziehbar!

11) Die Fig. 1-3 in DECHAMPS (ibid:) zeigen die Bandbreite problematischer Bestimmungen aufgrund weniger Schliffe und muß nicht weiter interpretiert werden.

12) Es liegt noch ein wichtiger Grund vor, die Bestimmungen von DECHAMPS anzuzweifeln.

Er geht von der Voraussetzung aus, daß alle fossilen Hölzer heutigen afrikanischen entsprechen - doch das muß nicht sein. Wir wissen ja durchaus, daß z.B. die fossilen Floren von Rusingo oder Fayum (vgl. CHESTER 1954, CHANDLER 1957 oder BOWN et al. 1982) eher asiatische Elemente beinhalten und somit ein Vergleich der Sahabi-Hölzer auch mit Leguminosen, *Lanea* etc. und deren östlichen bzw. asiatischen Verwandten stattfinden sollte.

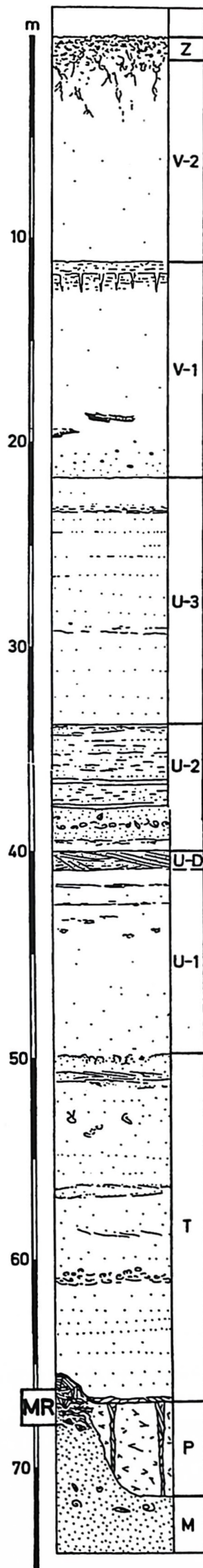
Eine ähnliche Problematik betraf vor Jahren den „Fayum Primate Forest“, bei dem KORDTLAND 1980 unkritische Bemerkungen zum Klima und zur Ökologie im Vergleich mit heutigen afrikanischen Gegebenheiten geäußert hat, während BOWN et al. 1982 alle Fakten bzw. paläophytologische Befunde genau erfaßten, vorsichtig interpretierten und zu einer definitiven Aussage kamen. Im Unterschied zu den Beobachtungen in Libyen gab es in dieser vorhin genannten Fundstelle der Jebel Qutrani Formation sog. Rhizolithe, also Wurzelhorizonte, die als eindeutige Hinweise auf autochthone Bedingungen gewertet werden können.

Abschließend soll die vorliegende Arbeit der Autoren GREGOR & VELITZELOS sowohl auf das Problem dieser Bestimmungen und damit der Rekonstruktion eines ganzen Ökosystems aufmerksam machen, als auch anregen, evtl. weitere und gezielte Untersuchungen vorzunehmen.

Da dies nur mit einem größeren Programm mit libyschen Kollegen zusammen möglich ist, war die Idee, einen vorläufigen Bericht zur Problematik anzufertigen und evtl. ein Projekt in dieser Richtung zu starten.

3.4 Hinweise auf Umlagerung

Beide Units U und V werden auch als "deltaic channels" interpretiert, wobei die Hölzer z.T. als "autochthonous" und z.T. als "brought by currents" bezeichnet werden (ibid.), was ja eine in-situ-Einbettung und -Verkieselung bedeuten würde.



„Petrified Forest“ - Kieselhölzer von E 748/14

Abb.4:
 Profil der Sahabi
 Formation am
 Sabhkat Shunayn,
 nach HEINZELIN
 & EL-ARNAUTI
 1982: fig.3,
 mit Angabe der
 Fundhorizonte,
 in denen die
 Autoren gesammelt
 haben.

Kieselhölzer von E 748/13

Zum Problem der allgegenwärtigen Umlagerung bei geologischen Profilen seien aus dem Gebiet "Nummuliten" erwähnt, die eindeutig aus dem nahen Eozän stammen. Auch die Bemerkung von WILLEMS & MEYRICK (vgl. in BOAZ et al., 1982: 20) "the possibility of reworking must be taken into consideration..... high energy environment at the time of deposition" - zeigt das Verständnis dieser Autoren für die geologische Problematik der Fundstelle.

HAWAT & SHELMANI (1993: 19) sprechen ebenfalls deutlich von "reworking" z.B. bei Oligozänen Nummuliten im Aquitan. Schon im Oligozän beginnt ja „sudden influx of fluvial sediments onland in Sirt basin" (ibid. 18..).

Bemerkenswert sind auch Notizen diverser Autoren in BOAZ et al. 1982: 33 usw.), daß die Fauna z.T. eine „curious mixture“ alter Formen (Mittelmiozän) und jüngerer darstellt - vielleicht ein erneuter Hinweis auf Umlagerungsphänomene auch in der Fauna.

Die Umlagerung eozäner Hölzer im Miozän und Pliozän des Sahabi - Profils wäre also ebenfalls nicht nur vorstellbar, sondern eher wahrscheinlich, wie die folgenden Ausführungen zeigen werden.

3.5 Die Fauna von Sahabi

Die gesamte Fauna von Sahabi wird in BOAZ et al. 1982 beschrieben, wobei BERNOR (ibid., Tab.1) eine Gesamtliste der Tierwelt im Unter- bis Mittelpliozän von Sahabi vorlegt:

Von Primaten über Soriciden, Sciuriden, Cricetiden, Muriden, Delphiniden, Carnivoren mit Ursiden, Viverriden, Hyaeniden, Feliden und Phociden über Stegodontiden, Gomphotherien, Elephanten, Sirenen, Equiden Rhinocerotiden, Suiden, Giraffiden, Hippopotamiden und die altertümlichen Anthracotheriiden bis zu den Boviden, Antilopen u.a. Verwandten ist alles vorhanden, was eine reiche Fauna charakterisiert, die aber als „unusual“ definiert wird. Dies liegt einerseits an der Altersstellung der Fauna, die eher als Obermiozän angesehen wird, als auch am verschiedenen Habitat der Tiere (swamps bis savanna -mosaic).

Daß die vielen Pflanzenfresser eine dementsprechende Umwelt und Vegetation brauchen, erscheint klar - wobei leider weder Blätterfunde noch Früchte oder Samen mit der Fauna vergesellschaftet waren.

Auch die „diversity of water-dependant large mammals“ (ungulates and carnivores, ibid.173) ist ökologisch ebenfalls in dieser Richtung interpretierbar.

Auf jeden Fall deuten häufige Wasser- und Sumpfbeforzugende Formen der Fauna, so z.B. Osteichthyes, Chelonia und Crocodilidae auf ebensolche Biotope hin, was durch die vielen Leguminosen in der Holzflora etwas problematisch erscheint (eher ein Waldbiotop).

4. Eigene Befunde und Überlegungen - Bearbeitung GOTTWALD

Die im Folgenden besprochenen Funde stammen alle aus der Sahabi-Formation im Becken von Sirt (vgl. Abb. 1, 2, Geology of Sirt Basin 1993, BINSARITI 1995) und zwar von den Horizonten U-1 und V1 (vgl. Profil Abb. 4), wobei auch eozäne Hölzer miteingeschlossen sind.

Die Sahabi-Formation stellt die post-Messinische Transgression dar und hat Unteres bis Mittleres Pliozän als Alter.

Die Aufsammlungen GREGOR & VELITZELOS werden hier kurz dargestellt und mit den Bestimmungen von Prof. H. GOTTWALD aufgelistet.

4.1 Aufsammlung GREGOR

Die Fundstellen am Sabhkat Shunayn wurden bezeichnet als (vgl. auch Taf.1-4):

E 748/11: Stop kurz nach Ajdabiya, keine Hölzer

E 748/12: a. 10 km weiter, erste Eo/Oligozäne Hölzer, Splitter, Prügel und Stammreste, flächenhaft liegend (Taf.1, Fig. 1,2)

E748/13: basale Lage Formation M (vgl. Abb. 4) und aufliegend viele Hölzer, Eisenkrusten, Palmreste, oft als Windkanter (Taf. 2, Fig. 1-3)

E 748/14: petrified forest am Elephant Hill, Schichten T,U1(p.p. rhizolith),U2, ganz oben V1 (Taf. 1, Fig. 3, Taf. 2, Fig. 4-6, Taf. 3 und 4)

E 748/15: Korallenriff ohne Hölzer, mit Korallen und Cardien, Formation M

Tabelle 1: Verzeichnis der Kieselhölzer von Sahabi mit näheren Daten (Aufsammlung GREGOR)

Inv.Nr. Naturmuseum Augsburg	Exkursions- nummer GREGOR	Rezente Vergleichstaxa aufgrund der Dünnschliffe Auswertung GOTTWALD	Spezielle Bemerkungen von Autor GREGOR
94-401/1139	E 748/12-1	indet.	Eozän-oligozänes Holz
94-402/1139	E 748/12-2	Leguminosae gen. indet.	Eozän-oligozänes Holz
94-403/1139	E 748/12-3	Leguminosae gen. indet.	Eozän-oligozänes Holz
94-404/1139	E 748/12-4	Leguminosae gen. indet.	Eozän-oligozänes Holz
94-405/1139	E 748/12-5	Leguminosae gen. indet.	Eozän-oligozänes Holz
94-406/1139	E 748/12-6	Leguminosae gen. indet.	Eozän-oligozänes Holz
94-407/1139	E 748/12-7	Leguminosae gen. indet.	Eozän-oligozänes Holz
94-408/1139	E 748/12-8	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht M, Sabkhat-Rand
94-389/1139	E 748/13-1	indet.	Sahabi Schicht M, Sabkhat-Rand
94-390/1139	E 748/13-2	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht M, Sabkhat-Rand
94-391/1139	E 748/13-3	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht M, Sabkhat-Rand
94-392/1139	E 748/13-4	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht M, Sabkhat-Rand
94-393/1139	E 748/13-5	Monocotyledoneae	Sahabi Schicht M, Sabkhat-Rand
94-394/1139	E 748/13-6	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht M, Sabkhat-Rand
94-395/1139	E 748/13-7	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht M, Sabkhat-Rand
94-396/1139	E 748/13-8	Monocotyledoneae	Sahabi Schicht M, Sabkhat-Rand
94-397/1139	E 748/13-9	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht M, Sabkhat-Rand
94-398/1139	E 748/13-10	„Palmoxyton“	Sahabi Schicht M, Sabkhat-Rand
94-399/1139	E 748/13-11	„Palmoxyton“	Sahabi Schicht M, Sabkhat-Rand
94-400/1139	E 748/13-12	„Palmoxyton“	Sahabi Schicht M, Sabkhat-Rand
94-376/1139	E 748/14-1	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht U,V, Petrified Forest
94-377/1139	E 748/14-2	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht U,V, Petrified Forest
94-378/1139	E 748/14-3	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht U,V, Petrified Forest
94-379/1139	E 748/14-4	indet.	Sahabi Schicht U,V, Petrified Forest
94-380/1139	E 748/14-5	indet.	Sahabi Schicht U,V, Petrified Forest
94-381/1139	E 748/14-6	Monocotyledoneae	Sahabi Schicht U,V, Petrified Forest
94-382/1139	E 748/14-7	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht U,V, Petrified Forest
94-383/1139	E 748/14-8	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht U,V, Petrified Forest
94-384/1139	E 748/14-9	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht U,V, Petrified Forest
94-385/1139	E 748/14-10	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht U,V, Petrified Forest
94-386/1139	E 748/14-11	Leguminosae gen. indet.	Sahabi Schicht U,V, Petrified Forest
94-387/1139	E 748/14-12	indet.	Sahabi Schicht U,V, Petrified Forest
94-388/1139	E 748/14-13	indet.	Sahabi Schicht U,V, Petrified Forest

4.2 Aufsammlung VELITZELOS

Diese Aufsammlung wurde nur im Bereich des Petrified Forest gemacht, aber in einer anderen Richtung als die von GREGOR (Kap. 4.1). Zusätzlich wurden je zwei Handstücke vom Kollegen M.D.DERMIZAKIS (Kennzeichnung K) und Kollegin E.G. DIKALOULIA (Kennzeichnung D), beide von der Universität Athen verwendet.

Tabelle 2: Verzeichnis der Hölzer von Sahabi mit näheren Daten, Aufsammlung VELITZELOS (und Kollegen)

Inv.Nr. Pal.- Geolog.-Abt. Athen	Exkursions- nummer VELITZEL.	Rezente Vergleichstaxa aufgrund der Dünnschliffe Auswertung GOTTWALD	Spezielle Bemerkungen von Autor VELITZELOS alle Schicht U, V
n.n.inv.	V-1	Leguminosae, cf.Mimosac.	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-2	Salicaceae, Populus	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-3	Salicaceae, Populus	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-4	Salicaceae, Populus	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-5	Monocotyledoneae	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-6	Salicaceae, Populus	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-7	Salicaceae, Populus	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-8	Monocotyledoneae	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-9	Leguminosae, cf.Mimosac.	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-10	Monocotyledoneae	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-11	Leguminosae, cf.Caesalpinia.	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-12	Leguminosae, cf.Caesalpinia.	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-13	Salicaceae, Populus	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-14	Leguminosae, cf.Caesalpinia.	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-15	Leguminosae, cf.Caesalpinia.	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-16	Monocotyledoneae	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-17	Leguminosae, cf.Caesalpinia.	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-18	Salicaceae, Populus	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-19	Leguminosae, cf.Mimosac.	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-20	Monocotyledoneae	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-21	Leguminosae, cf.Caesalpinia.	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-22	Leguminosae, cf.Caesalpinia.	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-23	Leguminosae, cf.Caesalpinia.	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-24	Leguminosae, cf.Caesalpinia.	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-25	Leguminosae, cf.Caesalpinia.	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-26	Salicaceae, Populus	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-27	Salicaceae, Populus	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-28	Salicaceae, Populus	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-29	Salicaceae, Populus	Petrified Forest, ca 800 m SE
n.n.inv.	V-30	Salicaceae, Populus	Petrified Forest,
n.n.inv.	K-1	Leguminosae, cf.Caesalpinia.	Petrified Forest,
n.n.inv.	K-2	Leguminosae, cf.Mimosac.	Petrified Forest,
n.n.inv.	D-1	Leguminosae, cf.Caesalpinia.	Petrified Forest,
n.n.inv.	D-2	Leguminosae, cf.Caesalpinia.	Petrified Forest

4.3 Auswertung

Es soll hier kurz die gesamte Auswertung - natürlich immer bezogen auf die als vorläufig und überblicksmäßig aufgesammelten Materialien erfolgen.

Nimmt man nun alle Befunde zusammen, so ergibt sich folgendes Bild: wir haben hauptsächlich Leguminosen vorliegen, die auf zwei Familien zu verteilen sind, gefolgt von „Monocotylen“ (Palmoxylon) und erstaunlicherweise Hölzer von Populus sp.

Tabelle 3: Anzahl und Prozente der einzelnen Taxa bei den verschiedenen Aufsammlungen

Holztyp	Aufsammlung GREGOR		Aufsammlung VELITZELOS	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Monocotyl. vel <i>Palmoxylon</i>	6	17	5	17
<i>Populus</i> sp.	-	-	12	40
Leguminosae gen.indet.	27	66	-	-
Legum. cf. Mimosac.	-	-	3	13
Legum. cf. Caesalpinia.	-	-	10	30
indet.	6	17		
Gesamtanzahl	39	100	30	100

Man sieht nun ein vorläufiges, etwas verblüffendes Ergebnis: alle Hölzer, unabhängig von dem Fundort (speziell bei Aufsammlung GREGOR), haben 2 Typen aufzuweisen - Leguminosen und Monocotyle Pflanzen, sog. "Palmen", bei VELITZELOS kommt als dritte noch die *Populus* hinzu. Wären die Fundorte jeweils verschieden alt, müßte man doch wohl stark verschiedene Prozentwerte von Typen erwarten können (zwar nicht zwingend, aber mit gewisser Wahrscheinlichkeit bei mehr als 25 Mill. Jahren Unterschied).

Andererseits wird hier eindeutig der Verdacht bestätigt, daß die Hölzer vom „Petrified Forest“ (Elephant Hill) evtl. umgelagert sind, was im Gebiet bei Ajdabiya das Eozän bzw. die Hölzer daraus ja auch vermuten läßt (dies im Gegensatz zu Beobachtungen in der Jebel Qatrani Formation bei BOWN et al. 1982).

Die folgende Tabelle 4 vergleicht nochmals die an verschiedenen Lokalitäten aufgesammelten Hölzer.

Tabelle 4: Anzahl und Prozente bei verschiedenen Fundorten der Aufsammlung GREGOR

Stop	E 748/12	E 748/13	E 748/14
Holztyp			
Monocot. vel <i>Palmoxylon</i>	-	5 = 42%	4 = 31%
Leguminosae	13 = 87%	6 = 50%	8 = 62%
indet.	1 = 13%	1 = 8%	4 = 31%

Als vorläufige Auswertung sieht man:

Die Monocotylen Formen sind relativ variabel in ihrem Vorkommen, die Leguminosen fast immer mehr als 50 % und bis zu 30 % sind unbestimmbar.

Im Vergleich mit DECHAMPS Angaben (1982: 16) mit 6 % Palmen - dies aber auf alle 367 Individuen bezogen, haben wir viel mehr solche. Allerdings fragt man sofort nach der genauen Anzahl bestimmter Formen bei DECHAMPS („partially studied“, ibid.:15) - somit sind die Werte nicht vergleichbar. Prozentwerte für Leguminosen liegen leider bei diesem Autor auch nicht vor und *Populus* fehlt bei ihm total.

4.4 Weitere Vergleiche mit anderen Fundstellen

Auch die von HERBIG & GREGOR 1990 vorgestellte *Nypa*-Frucht aus Marokko war Begleiter einer eozänen Xyloflora u.a. mit Leguminosae (Caesalpinieae oder Mimoseae), also wieder ähnliche Verhältnisse wie bei Sahabi, dies im Eozän!

Auch KRÄUSEL legte 1939 eine Bearbeitung der eozänen Hölzer von Fayum vor, wobei u.a. *Leguminoxylon acaciae* und *Acacioxylon antiquum* sowie *Acacioxylon vegae* genannt wurden -

zusammen mit diversen "Palmoxylon"-Typen - wieder ähnlich mit den Verhältnissen von Sahabi, wenn auch die Mengenverhältnisse variieren.

Die 1993 erfolgte Publikation von BRODT, GOTTWALD & GREGOR ergab eine kleine Komposition von 4 Familien bei 8 Stücken, wobei Leguminosen (Caesalpiniaceae, Papilionaceae) wieder in der Mehrzahl waren.

Sowohl stratigraphisch als auch ökologisch können dabei nur bedingte Aussagen gewagt werden: Tertiäres und mäßig warmes bis warmes Klima mit unterschiedlichen Niederschlagsmengen, also Saisonklima.

Ich möchte noch darauf hinweisen, daß auch einige Privatsammler Material aus Libyen haben, das sie für spätere Untersuchungen zur Verfügung stellen würden, so die Herren:

G. ETLER, Buchenstr. 32, D-89250 Senden und M SCHMIDT, Wertheimerstr. 116, D-81243 München - Neuaußing.

5. Gesamt - Interpretation

Nimmt man vorsichtig die neueren Daten der eigenen Aufsammlungen, so lassen sich keineswegs Schlüsse zum "Palaeoambiente" der Sahabi Formation ziehen - auf keinen Fall so weitreichende wie DECHAMPS es 1982 gemacht hat.

Typisch ist jedenfalls die Dominanz von Leguminosen, wie es schon BRODT et al. 1993 bei der kleinen Serie von Libyen gezeigt haben.

Man kann nun vielleicht folgende Aussagen zu den bisherigen Befunden wagen, basierend auf unserer gemeinsamen Erfahrung in der Sahabi-Formation und den objektiven Bestimmungen von Prof. GOTTWALD:

Auffällig ist die Leguminosen-Dominanz, wie sie sich bei allen Schliffen zeigt. Dies ist aber sowohl in Savannen als auch Wäldern in Afrika zu finden, ebenfalls bei Hölzern aus der Molasse Bayerns und anderen Gebieten (div. Arbeiten SELMEIER etc.).

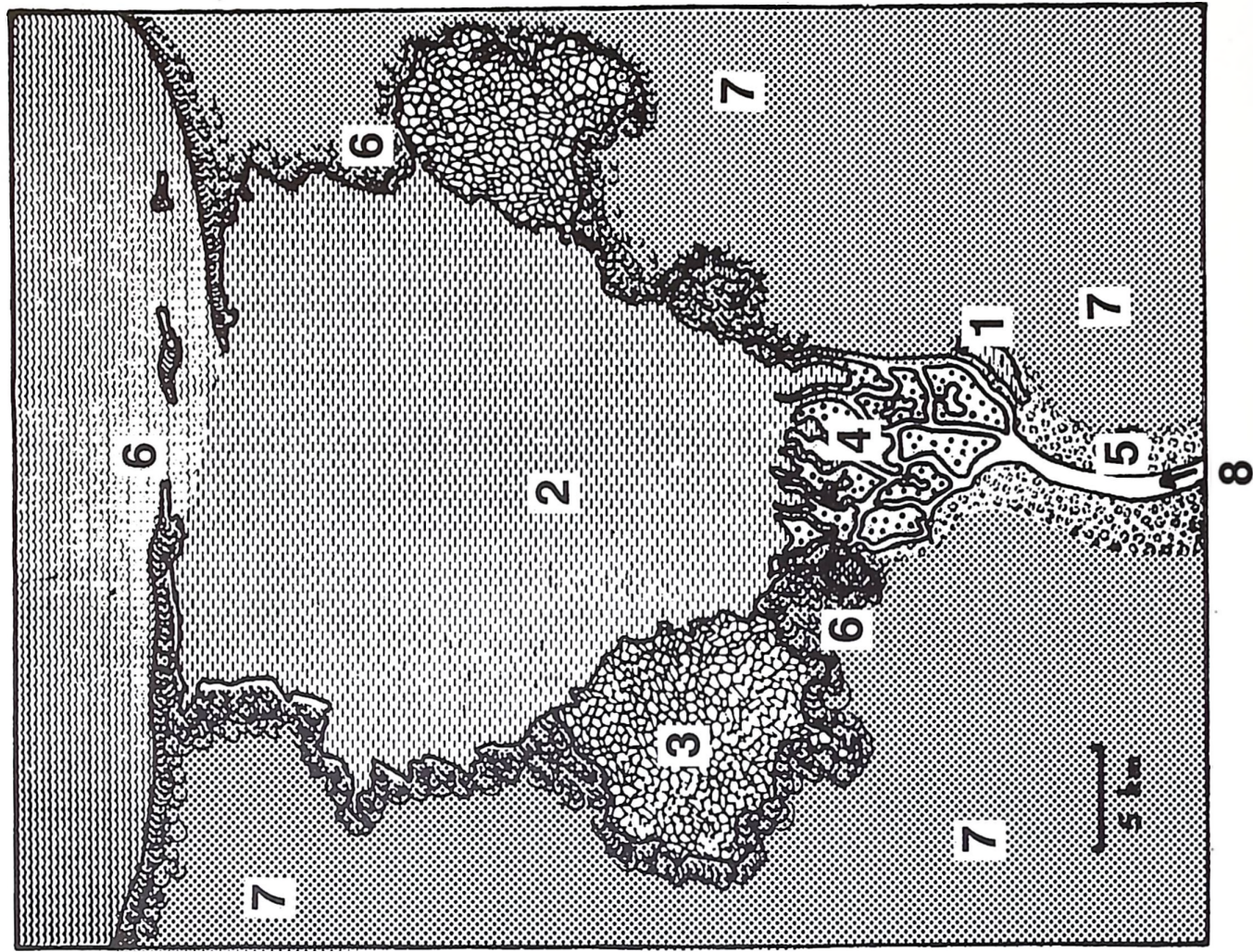
Die von DECHAMPS postulierten Ökosysteme sind nicht nachzuvollziehen und somit erst einmal auszuschließen.

Abbildung 5:

Theoretische modellhafte Landschaft zur Zeit der Sahabi Formation mit folgenden Ökosystemen (verändert nach BOAZ in BOAZ; HEINZELIN, GAZIRY & EL-ARNAUTI, 1982:121, fig.4):

- 1: Süßwassersümpfe (mit Cyperaceen)
- 2: Salzwasser-Lagunen (mit Ruppiaceen)
- 3: Salzpflanzen
- 4: River Channel mit Delta und Bewuchs (Pioniere)
- 5: Flußbegleitender Wald Galerie- oder Auwald, (Populus)
- 6: Meeresstrand und Lagunenumrandung (mit Cyperaceen u.a. Strandflora)
- 7: Bewaldete Fläche - mesophytischer Wald mit Leguminosen, „Palmoxylon“
- 8: Richtung der möglichen Umlagerung fossiler Hölzer aus eozänen Gebieten (Pfeil)

Dieses Modell würde evtl. nur für das Pliozän gelten, wenn die Hölzer nicht umgelagert sind! d.h. für die originale Vegetation zur Zeit der Sahabi Formation. Vorhanden zur Interpretation sind aber nur No. 5 und 7). Sind alle Hölzer aber umgelagert, können wir keine Aussagen über das Gebiet machen (nur No. 8). Sind nur Leguminosen und Palmoxylon umgelagert, bliebe Populus als Element eines flußbegleitenden Auwaldes subtropischer Prägung erhalten. Problematisch wäre dann die Umgebung des Areals (nur No. 5 rekonstruierbar)



Stratigraphisch ist unklar, ob die Hölzer nicht eozänen Alters sind, also in die Sahabi Formation umgelagert - was wiederum keine Aussage zur Ökologie der letzteren bietet. Hier müßten dann alle Aussagen aufgrund der reichen Fauna gemacht werden (vgl. Abb. 5).

Wir fassen die unter Kap. 2.1 erwähnte Fragestellung zu einer Aussage mit dem verwendeten Material von GREGOR & VELITZELOS zusammen:

- 1) Die Bestimmung der Hölzer zeigt vorläufig viel mehr Probleme und ungenaue taxonomische Zuordnungen, als die definitiven Bestimmungen von DECHAMPS, welchletzte mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht richtig sind.
- 2) Aussagen zur Ökologie und Vegetation sind stark eingeschränkt und lassen nur eine Leguminosen-„Palmen“-Pappel - Vegetation vermuten, unter der Voraussicht, daß die Hölzer zusammengehören und nicht umgelagert sind.
- 3) Das Klima kann mit vorliegenden Befunden nicht rekonstruiert werden (Cfa, Af etc.), sondern nur vorsichtig ein Saisonklima angedeutet werden - Postulat ist hier wieder die Authochthonie der Hölzer).
- 4) Stratigraphisch können folgende Bedingungen vorliegen: a) ganze Kieselholzflora umgelagert, b) Pappel zur Sahabi-Fm. gehörig, Leguminosen und „Palmen“ umgelagert und c) alle Formen zur Sahabi-Fm. gehörig. Eine Entscheidung ist hier praktisch nicht zu fällen, Wüstenlack und andere Gegebenheiten müßten genau studiert werden (vgl. Abb. 5).
- 5) Die Fauna ist möglicherweise auch partiell umgelagert, würde aber insgesamt eine dichte Vegetation entlang eines Flußsystems postulieren lassen.
- 6) Verkieselung und Diagenese sind i.M. nicht zu klären, die Sedimentumhüllungen bei den großen Stämmen geben zu denken und deuten möglicherweise frühere Bedingungen an, also prae-Sahabi.
- 7) Es liegen keine Anhaltspunkte für in-situ-Standorte vor - wir haben nur liegende Hölzer und Stämme studieren können, allerdings z.T. riesige Stämme. Aufrechtstehende Stämme, wie auf Lesbos fehlen total.
- 8) Eine weitere genaue Untersuchung des gesamten Komplexes könnte die Interpretation des Paläoambiente der Sahabi-Formation klären helfen.

6. Literatur

- BARR, F.T. and BERGGREN, W.A. (1980): Lower Tertiary biostratigraphy and tectonics of northeastern Libya. In: M.J. SALEM & M.T. BUSREWIL (Eds.) *Geology of Libya*. - Academic Press, London, I: 162-192.
- BARR, F.T. and WALKER, B.R. (1995): Late Tertiary channel system in Northern Libya and its implications on Mediterranean sea level changes. In: RYAN, W.B.F., HSU, K.J. et al. ed. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project 13*. Washington, U.S. Government Printing Office, Pp. 1244-1251.
- BERNOR, R.L. (1982): A preliminary assessment of the mammalian biochronology and zoogeographic relationships of Sahabi, Libya, in: *Results from the International Sahabi Research Project*. - *Garyounis Sci. Bull., Spec. Issue 4*: 131-141, 1 tab., Benghazi
- BINSARITI, A., EL-HAWAT, A.S. & FITOURI, Y. (1973): Delineation of Late Miocene buried palaeo-channel system in sirt Basin, Libya, in: *Technical Programme and Abstracts Internat. Conf. Climatic Effects of the Messinian Event on the Circum Mediterranean*, Jan. 1995, Benghazi, p. 19
- BIOSCA, J. and VIA, L. (1988): El género *Nypa* (Palmae) en el Eoceno de la Depresión Central Catalana. - *Batalleria I* (1987): 7 : 23.
- BOAZ, N.T. (1995): The Messinian event, the palaeoclimatic record, and the evolutionary dynamics of African vertebrates, in: *Technical Programme and Abstracts Internat. Conf. Climatic Effects of the Messinian Event on the Circum Mediterranean*, Jan. 1995, Benghazi, p. 22-3

- BOAZ, N.T., HEINZELIN, de J., GAZIRY, A.W. & EL-ARNAUTI, A. (1982): Results from the International Sahabi Research Project. - *Garyounis Sci. Bull.*, Spec.Issue 4:142 pp., many figs., Benghazi
- BOUREAU, E. (1951): Contribution à l'étude paléoxylologique de l'Afrique du Nord (III): *Pterocarpoxyylon arambourgii* n.gen. et n. sp., bois silicifié de Leguminosae-Papilionaeae découvert dans les phosphates yprésiens de Khouribga (Maroc). - *Bull.Mus.Nat.Hist.Natur. Paris* (2), 23: 552-555.
- BOWN, TH.M., KRAUS, M. J., SCOTT, L.W. et al. (1982): The Fayum Primate Forest Revisited. - *Journ.Human.Ecol.*, 11: 603-632, 4 Fig., 3 Tab., London.
- BRODT, ST., GOTTWALD, H. & GREGOR, H.-J. (1993): Verkieselte Hölzer aus dem Känophyticum der Sahara Libyens. - *Documenta naturae*, 80: 32-80, 2 Abb., Taf. 2-9, München.
- BUURMANN,P.(1972): Mineralisation of fossil wood.- *Scripta Geologica*, 12: 1-43, 38 figs.,Leiden
- CHANDLER, M.E.J. (1954). - Some Upper Cretaceous and Eocene fruits from Egypt (with appendices by M.Y. HASSAN and M.I. YOUSSEF). - *Bull. Brit. Mus. (Nat.Hist.)*, Geol., 2, 4: 149-187, Pl. 10-16, London
- CHANEY, R.W. (1933): A Tertiary Flora from Uganda. - *J. Geol.*, 41: 702-709, 1 fig., Chicago
- CHESTERS, K.I.M. (1957): The Miocene Flora of Rusinga Island, Lake Victoria, Kenya. -*Palaeontographica*, B, 101, 1-4, 30-71, Taf. 19.-21, 3 text-figs., Stuttgart.
- CHUMAKOV, I.S. (1973): Geological history of the Mediterranean at the end of the Miocene - the beginning of the Pliocene according to new data. In: RYAN, W.B.F., HSU, K.J. et al. ed. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*. 13, Washington, U.S. Government Printing Office, Pp. 1241-1242.
- CONTANT, L.C. and GOUDARZI, G.H. (1964): Geologic map of Libya, scale 1:2.000.000, U.S. Geological Survey., Map I-350 A.
- CONTANT, L.C. and GOUDARZI, G.H. (1967): Stratigraphic and tectonic framework of Libya. - *Bull.Amer.Assoc.Petrol. Geol.*, 51/4: 719-730.
- DECHAMPS, R. (1982): Preliminary results of the Study of fossil wood from Sahabi, Libya. - *Garyounis Sci. Bull. Spec.Issue 4*: 15-18, 3 figs., Benghazi.
- DECHAMPS, R. & MAES, F. (1987): 4. Paleoclimatic Interpretation of Fossil Wood from the Sahabi formation. in: *Neogene Paleontology and Geology of Sahabi*: 43-81, 10 figs., A.R.LISS.
- DEPAPE, G. and GAUTHIER, H. (1952): Découverte d'une flore éocène dans la vallée de l'Oued M'Goun au N d'El Kelaa (Maroc méridional). - *Notes Serv. géol. Maroc*, 6: 117-121.
- DEPAPE, G. and GAUTHIER, H. (1953): Sur le genre *Pistia* et sa présence dans la flore éocène de la vallée de l'Oued Mgoun (Maroc méridional). - *Ann. Univ. Lyon, Sci. nat., sect. C*, 1953: 25-30.
- DESIO, A. (1935): Studi geologici sulla Cirenaica, sul Deserto Libico, sulla Tripolitania e sul Fezzan orientale. - *Miss. Scient. R. Acc. d'Italia a Cufra* (1931): 1-3, Roma, pp. 480.
- DESIO, A. (1950): Le condizioni geologiche della Libya fra il Pliocene ed il Quaternario.- XVIII Internat.Geol.Congr. London 1948, Section 9: 26-29, London
- DESIO, A. (1968): History of geologic exploration in Cyrenaica. In: F.T. BARR (Ed.) *Geology and Archaeology of Northern Cyrenaica, Libya*. - *Petrol. Explor. Soc. Libya 10th Ann. Field Conference, Tripoli*, pp. 79-113.
- EL ARNAUTI, A. and SHELMANI, M. (1985): Stratigraphic and structural setting, in: B. THUSU and B. OWENS (Eds.): *Palynostratigraphy of Northeast Libya*. *Journ. Brit. Micropal. Soc.* London, 4/1: 1-10.
- EL-ARNAUTI, A. & HEINZELIN,J. de(1995): The Sahabi Formation and ist relation to the Messinian event, in: *Technical Programme and Abstracts Internat. Conf. Climatic Effects of the Messinian Event on the Circum Mediterranean*, Jan. 1995, Benghazi, p. 41
- EL HAWAT, A.S. & SHELMANI,M.A. (1993): Short notes and guidebook on the geology of Al-Jabal al Akhdar Cyrenaica, NE Libya. - 170 pp., 28 figs., Benghazi.

- EL HAWAT, A.S. (1980): Intertidal and storm sedimentation from Wadi al Quattara Member, Ar-Rajmah Fm., Al Jabal al Akhdar. In: M.J. SALEM & M.T. BUSREWIL (Eds.) - *Geology of Libya*, Academic Press, London II: 449-462.
- EL HAWAT, A.S. (1984): Depositional history and facies of Ar-Rajmah Fm., Middle Miocene, Al-Jabal al Akhdar, Libya : A prelude to the Messinian event. In: 5th European I.A.S. Mtg. (Abs.) Marseille, France, pp. 150.
- EL-HAWAT, A.S. (1995): The Neogene of Libya, in Technical Programme and Abstracts Internat. Conf. Climatic Effects of the Messinian Event on the Circum Mediterranean, Jan. 1995, Benghazi, p. 42
- EL HAWAT, A.S. (in prep.): Sedimentology and event stratigraphy of the Lower Middle Eocene sequence, Apollonia Formation, Cyrenaica, Libya.
- EL HAWAT, A.S. (in press): Sedimentary basins of Egypt: an overview of dynamic stratigraphy. In: R.C. SELLEY (Ed.): *African Sedimentary Basins*, Elsevier, Amsterdam.
- FRITEL, P.H. (1921): Sur la découverte, au Sénégal, de deux fruits fossiles appartenant aux genres *Kigelia* DC et *Nipadites* Bowerb. - C.R. - Acad.Sci. Paris, 173: 245-246.
- FRITEL, P.H. (1922): Contribution à l'étude du genre *Nipadites* Bowerbank et sur sa distribution géographique et stratigraphique. - Bull. Soc. géol. France, (4), 21 (1921): 317-321.
- 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*, B, 125 (4-6): 112-118, Stuttgart
- GOTTWALD, H. (1982): Hölzer aus marinen Sanden des Oberen Eozän von Helmstedt (Niedersachsen). - *Palaeontographica*, B, 225, 1-3: 27-103, 20 Taf., Stuttgart.
- GOTTWALD, H. (1994): Tertiäre Kieselhölzer aus dem Chindwinn-Bassin im nordwestlichen Myanmar (Birma). - *Documenta naturae*, 86: 1-90, 28 Abb., 2 Tab., 9 Taf., München.
- GOTTWALD, H.P.J. (1997): Alttertiäre Kieselhölzer aus miozänen Schottern der ostbayerischen Molasse bei Ortenburg. - *Documenta naturae*, 109: 1-83, 24 Abb., 4 Tab., 11 Taf., München
- GREGOR, H.-J. (1995): Prae-, Intra- and Post-Messinian Megafloras - No Break in Palaeofloristic and Palaeoclimatological Conditions in the Mediterranean. -in: Technical Programme and Abstracts Internat. Conf. Climatic Effects of the Messinian Event on the Circum Mediterranean, Jan. 1995, Benghazi, p. 45-47
- GREGOR, H.-J. & HAGN, H. (1982): Fossil fructifications from the Cretaceous-Palaeocene boundary of SW-Egypt (Danian, Bir Abu Munqar). - *Tertiary Res.*, 4 (4): 121-147, 3 textfigs., 4 pls., Leiden.
- GREGOR, H.-J. (1980): Paläobotanisch-geologische Streifzüge durch die "Nubische Serie" (Kreide) SW Ägyptens. - *Cour.Forsch.-Inst. Senckenberg* 42: 35-39, 1 Abb., Frankfurt a.M.
- GREGORY, J.W. (1911): Contribution to the geology of Cyrenaica. - *Quart.J.Geol.Soc.London.*, 67: 572-615.
- HAMMUDA, O.,S. (1973): Eocene biostratigraphy of Derna area, Northeast Libya. - Unpub. Ph.D.thesis, Univ. of Colorado, 177 pp.
- HECHT, F., FÜRST, M. & KLITZSCH, E. (1963): Zur Geologie von Libyen.- *Geol.Rdsch.*, 53: 413-470, 2 Abb., 5 Taf., Stuttgart
- HEINZELIN, J.de & EL-ARNAUTI, A. (1982): Stratigraphy and geological history of the Sahabi and related Formations, in: Results from the International Sahabi Research Project. *Garyounis Sci. Bull.*, Spec.Issue 4: 5-12, 3 figs., Benghazi
- HERBIG, H.G. & GREGOR, H.-J. (1992): The Mangrove-forming palm *Nypa* from the early Palaeogene of Southern Morocco - Paleoenvironment and paleoclimate. - *Geol. Medit.*, XVII, 2: 123-137, 4 figs., 2 pls.
- HOLLEIS, P. & GREGOR, H.-J. (1986): Ein Beitrag zum Problem der Herkunft von Kieselhölzern auf der Südlichen Frankenalb und der Neufund einer *Tempskya* ebenda. - *Archaeopteryx* 1986: 51-60, 2 Tab., 6 Abb., Eichstätt.

- KAABAR, S.M. and BAIRD, D.W. (1973): Geological feldtrip roadlog for Northern Cyrenaica, Libya. - Petrol. Explor. Society of Libya, 115 pp.
- KORTLANDT, A. (1980): The Fayum Primate Forest: Did it exist? - Journ. Hum. Evol., 9: 277-297, London.
- KLITZSCH, E. (1971): The structural development of parts of North Africa since Cambrian time. In: C. GRAY (Ed.): Symp. Geology of Libya, Fac. Sci., Univ. Libya, Tripoli, pp. 253-262. Libya. - Garyounis Sci. Bull. Spec. Issue 4: 15-18, 3 figs., Benghazi.
- LANDMESSER, M. (1994): Zur Entstehung von Kieselhölzern. - extraLapis, 7: 49-80, Abb. 14-29, Weise Verl., München
- MOHR, B. (1986): Palynologischer Nachweis eines Mangrovenbiotops in der Südatlas-Randzone (Marokko) und seine paläoökologische Bedeutung. - Documenta naturae, 33: 20-28.
- PLAZIAT, J.C. (1984): Le domaine pyrénéen, de la fin du Crétacé à la fin de l'Eocène. Stratigraphie, paléoenvironnements et évolution paléogéographique. - Thèse Univ. Paris-Sud, 3 vols., 1362 pp.
- PLAZIAT, J.C. (1984): Paléobiocénoses et déplacements massifs d'organismes littoraux (mollusques, fruits de *Nypa*) en sédimentation vasosableuse pérideltaïque. Rôle des courants, des tempêtes et des séismes dans l'Ilerdien de Coustouge (Aude, France). - Geobios, Mém. spéc. No. 8: 301-312.
- PLAZIAT, J.C. and KOENIGUER, J.L. (1982): L'histoire géologique de la Mangrove: Critères de paléomangroves ancienneté de ce biome et modalités de sa diffusion. - Mém. géol. Univ. Dijon, 7 (Livre Jubilaire G. Lucas): 235-247.
- PLAZIAT, J.C., KOENIGUER, J.L. and BALTZER, F. (1983): Des mangroves actuelles aux mangroves anciennes. - Bull. Soc. géol. France, (7), 25: 499-504.
- RENNER, O. (1907): *Teichosperma*, eine monokotyle Frucht aus dem Tertiär Ägyptens. - Beitr. Paläontologiegeschichte und Geologiegeschichte Österreich-Ungarns und des Orients. - 20: 217-220.
- ROBERT, C. and CHAMLEY, H. (1991): Development of early Eocene warm climates, as inferred from clay mineral variations in oceanic sediments. - Palaeogeogr., Palaeoecol., Palaeoclimat., 89 (= Global and Planetary Change, 3): 315-331.
- SCHWEINFURTH, G. (1882): Zur Beleuchtung der Frage über den versteinerten Wald. - Zschr. Dt. geol. Ges., 34: 130-145.
- STEFANINI, G. (1923): Fossili terziari della Cirenaica. - Paleont. Italica, 27: 101-146.
- STEFANINI, G. (1935): Breve guida alla escursioni geologiche in Cirenaica. - Bull. Soc. Geol. Ital. Roma, 54: 1-117.
- SÜSS, H. (mit Beitrag GREGOR) (1987): Zwei neue Kieselhölzer, *Cordioxydon bartheli* gen. nov. sp. nov. und *Ebenoxydon saharicum* gen. nov., sp. nov., aus der Südwest-Sahara, Ägypten. - Feddes Rep., 98, 8-10: 521-536. 3 Taf., 1 Kt., Berlin.
- THIRY, M., KOENIGUER, J.-Cl. & MENILLET, F. (1988): Les silifications de surface: la typologie et les outils de leur interprétation. - Bull. d'inform. Geol. Bass. Paris, 25, 4: 5-14, 20 figs., Paris
- TIFFNEY, B.H. (1980): The Tertiary flora of eastern North America and the North Atlantic land bridge (abstract). - Second International Congress of Systematic and Evolutionary Biology, Abstracts, p. 373.
- TOMLINSON, P.B. (1986): The Botany of Mangroves. - Cambridge Univ. Press, Cambridge, 413 pp.
- UNGER, F. (1859): Der versteinerte Wald bei Cairo und einige andere Lager verkieselten Holzes in Ägypten. - Sitz.-Ber. Math. Nat. Cl. Kaiserl. Akad. Wiss. (Wien), 33: 209-233.
- UNGER, F. (1866): Notiz über fossile Hölzer aus Abyssinien. - Sitz.-Ber. Math. Nat. Cl. Kaiserl. Akad. Wiss. (Wien), 54: 289-297.
- VELITZELOS, E., PETRESCU, I. & SYMEONIDIS, N. (1981a): Tertiäre Pflanzenreste von der Ägäischen Insel Lesbos (Griechenland). - Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 50: 49-50, Frankfurt a.M.

- VELITZELOS, E., PETRESCU, I. & SYMEONIDIS, N. (1981b): Tertiäre Pflanzenreste aus der Ägäis. Die Makroflora der Insel Lesbos (Griechenland). - Ann. Geol. Pays Hellen., 30/2: 500-514, 10 Taf., Athen.
- WHYBROW, P.J. and McCLURE, H.A. (1980): Fossil mangrove roots and paleoenvironments of the Miocene of the eastern Arabian Peninsula. - Palaeogeogr. Palaeoclimat., Palaeoecol., 32: 213-225.
- WILLEMS, W. & MEYRINCK, R. (1982): Preliminary report on the marine microfauna (Foraminifera, Ostracoda) of the Sahabi and related formations in Northern Libya, in: BOAZ, N.T., HEINZELIN, de J., GAZIRY, A.W. & EL-ARNAUTI, A. (1982): Results from the International Sahabi Research Project. - Garyounis Sci. Bull., Spec. Issue 4: 19-25, 3 tab., 2 pls., Benghazi
- ZITTEL, K.A. (1883): Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Libyschen Wüste und der angrenzenden Gebiete von Ägypten. 1-1, Geologischer Theil. - Palaeontographica, 30: 1-147.

7. Tafeln

Alle Aufnahmen wurden von Autor GREGOR bei der Exkursion E 748 aufgenommen.

Tafel 1

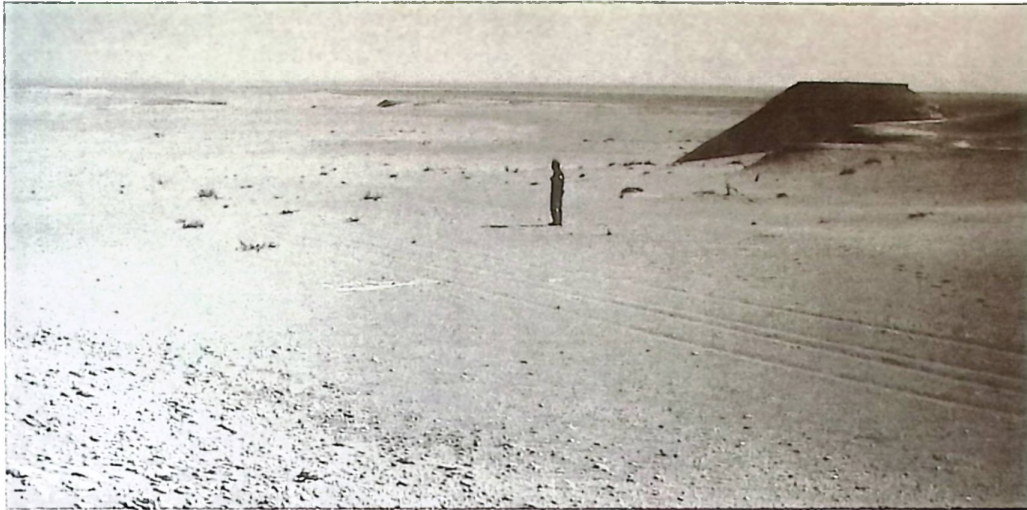
Fig.1,2: Stop an der Sabhkat Shunayn bei Punkt E 748/12

Fig. 1: Typische Landschaft mit wenigen Kieselhölzern

Fig. 2: ebenda, etwas weiter Richtung nächsten Punkt E 748/13 mit ungeheuer vielen kleinen Fragmenten von Kieselhölzern, gemischt mit Gipskristallen.

Fig.3: Petrified Forest (E 748/14) am Sabhkat Shunayn nahe des Elephant Hill mit riesigen Stämmen jeden Umfanges, im Sand frei liegend

Tafel 1



1



2



3

Tafel 2

Fig.1-3: Stelle E 748/13 am Sabhkat Shunayn mit Ausblicken in verschiedene Richtungen

Fig.1: Fläche mit einer Unmenge umherliegender Hölzer und Gipskristalle

Fig.2: Andere Ansicht mit wenigen Hölzern und vielen Gipsen

Fig.3: „Palmoxylon“-Fund in Originallage

Fig.4-6: Kieselhölzer vom Stop E 748/14 am Sabhkat Shunayn

Fig.4: Oberfläche eines Palmoxylon-Stückes total glasig ausgebildet; Wüstenlack

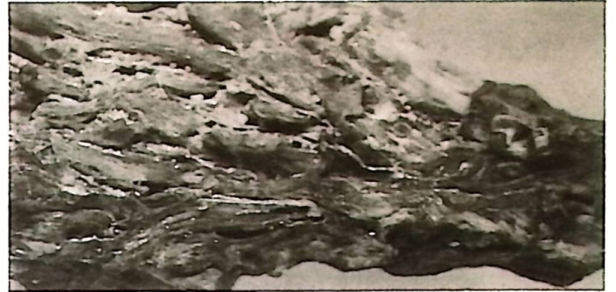
Fig.5: Kieselholz in guter Erhaltung der Oberfläche fast ohne Wüstenlack

Fig.6: Palmoxylon lacunosum - Typ; Oberfläche des Stückes mit Wüstenlack



1

4

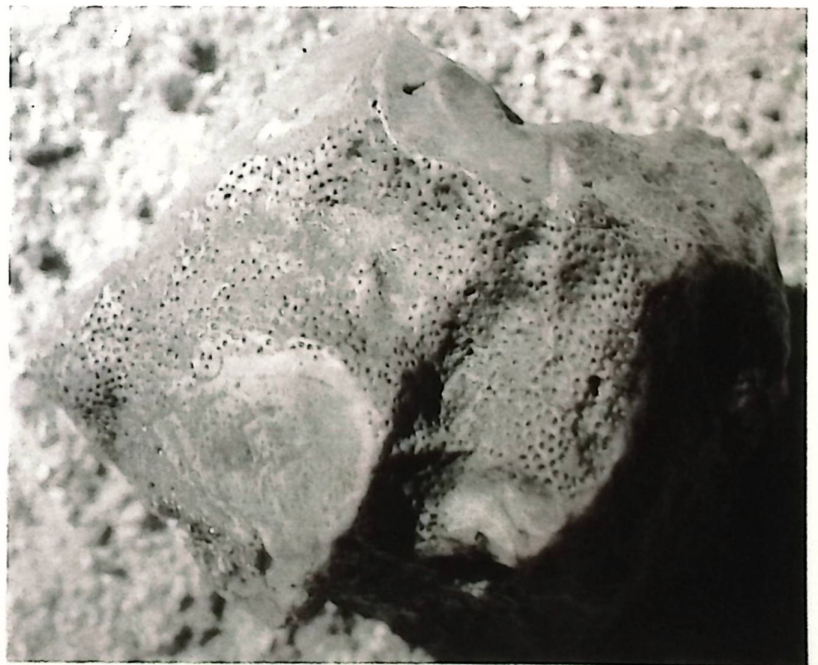


5



2

3



6



Tafel 3

Fig.1-4: Stelle Petrified Forest E 748/14 am Sabhkat Shunayn, nahe Elephant Hill.

Fig. 1: Großer liegender Stamm auf dem Weg zum Elephant Hill

Fig.2 Profil mit wirbeltierführenden Fossilien am Elephant Hill

Fig.3: Kieselholzstamm mit Sedimentumhüllung (Sandstein)

Fig.4: Petrified Forest mit mehreren sedimentummantelten Stämmen, alle liegend



1



2



3

4



Tafel 4:

Fig.1-5: Hölzer von Stop E 748/14, dem Petrified Forest am Sabhkat Shunayn

Fig.1. Stammrest, links mit Sedimentmantel, rechts mit Wüstenlack, freigelegte Oberfläche

Fig.2. Drei Hölzer in originalem Abstand im Sand liegend

Fig.3: Hölzer in geodenartigen Sedimentumhüllungen in originaler Lage im Sand

Fig.4: Zwei typische Hölzer mit Wüstenlack

Fig.5: Wurzel- bis stubbenähnliches Gebilde, z.T. mit Holzresten im Inneren des Sandseins



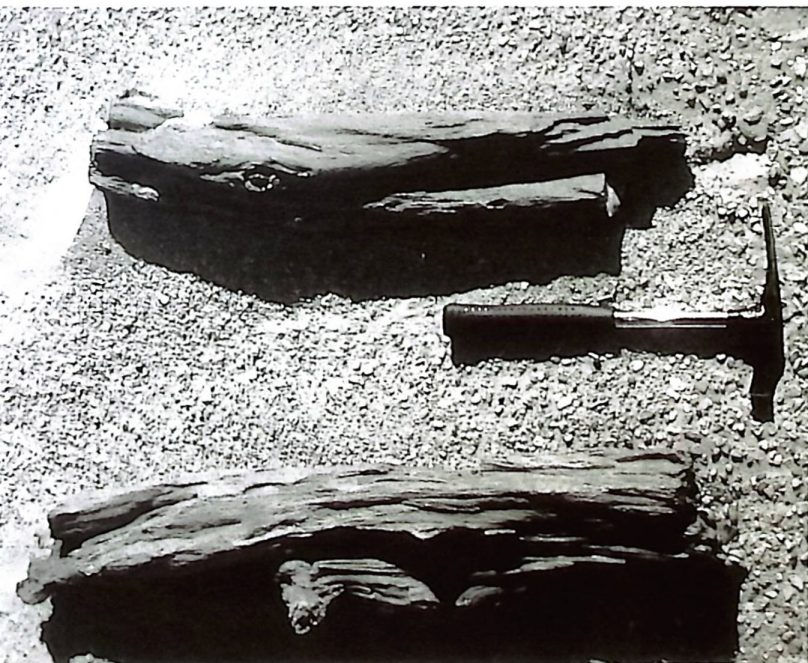
1



2



3



4



5

Mögliche Umlagerungsprobleme bei der miozänen Flora aus dem Randecker Maar - ein häufiges Phänomen bei tertiärer Floren.

von H.-J. Gregor

Zusammenfassung

Die typisch miozäne Dysodil-Flora aus dem Randecker Maar kann von höchstwahrscheinlich aus dem Eozän stammenden umgelagerten Mahagoni-Fossilien getrennt werden, wobei das Umlagerungsproblem kurz erörtert wird.

Summary

The Randecker Maar yields two different floras in one horizon - one autochthonous flora from the miocene dysodile and a reworked Eocene flora in limestone with Meliacean type of plants.

Inhalt:

1. Einleitung
2. Die Flora aus dem Dysodil vom Randecker Maar
3. Die Mahagoni-Problematik.
4. Umlagerungsprobleme
5. Ergebnisse
5. Literatur

1. Einleitung

Bei der Untersuchung der reichen Kieselholzflora von Rauscheröd bei Ortenburg kamen einige Probleme geologisch-paläontologischer Art zum Tragen, wie sie selten auftreten (vgl. GOTTWALD 1997).

1. Die Ortenburger Schotter bei Rauscheröd liegen erosiv auf brackischen bzw. marinen Schichten der Oberen Meeresmolasse, sind also fast altersäquivalent damit bzw. etwas jünger.
2. Die großen Kieselhölzer im Ortenburger Schotter sind hervorragend erhalten und oft meterlang (bis 8 m max.).
3. Die taxonomische Bestimmung der Hölzer ergab meist tropische Gegebenheiten bei den Taxa, was dem Klima zur Zeit der Oberen Meeres- und Brackwassermolasse und danach völlig widerspricht.
4. Die Komposition der Hölzer von Rauscheröd entspricht typisch eozänen Bedingungen, wie wir sie häufig in Europa bei anderen Floren wiederfinden.
5. Umlagerung ist ein häufiges geologisches Problem, das oft nicht oder nur ungenügend erkannt wird.
6. Die vergesellschaftete Blattflora ist typisch miozän in Komposition.

Adresse des Autors:

Dr. Hans-Joachim Gregor, Naturmuseum, Im Thäle 3, D-86152 Augsburg, Mitglied der Paläobotanisch - biostratigraphischen Arbeitsgruppe PBA im Museum Günzburg und Naturmuseum Augsburg

2. Die Flora aus dem Dysodil vom Randecker Maar

RÜFFLE hat 1963 die Flora aus den Dysodilen des Randecker Maares in hervorragender Weise dargestellt, nur stratigrafisch zu jung aufgefaßt (Sarmat). Dies wurde 1986 von GREGOR überarbeitet, wobei auch einige Pflanzen neu nachgewiesen und taxonomisch revidiert wurden, ergänzt von SCHWEIGERT & KRAUTTER 1991. Diese Autoren sind nochmals auf die Flora eingegangen und haben eine Zusammenfassung gebracht, ohne auf das Problem der Mahagoni-Gewächse näher einzugehen.

Die Komposition der Flora von Randeck ist typisch miozän mit folgender Liste der wichtigsten Gehölze (p.p. schon revidiert in GREGOR 1982):

Gleditsia knorrii und *G. lyelliana*

Berchemia parvifolia

Zelkova praelonga und *Z. ungeri*

Celtis begonioides

Sapindus falcifolius

Tremophyllum tenerrimum

Acer integrilobum

Ailanthus confucii

Cinnamomum scheuchzeri

Cedrelospermum acquense

Ruppiaceae

Quercus ex. gr. *kubinyi*

Laurus reussii

Laurus primigenia

„*Toona seemanni*“ - als problematisch eingestuft!

u.v.m.

Man sieht sofort die warm-gemäßigte (Cfa-Klima) Komposition der Flora, in der Blätter in Kutikularerhaltung vorkommen und Fruktifikationen normalerweise in inkohltem Zustand oder total flach gepreßt.

Was nun die Früchte von *Toona seemannii* angeht, gehört die Art bzw. die Gattung weder in die Komposition der vorigen Flora (auch wenn *Toona* als eine der wenigen Meliaceen-Gattungen über die Tropen hinausreicht) noch in den Typus der Fossilisation - *Toona*-Früchte liegen nämlich als dreidimensionale Gebilde im Kalk vor, nicht als flachgepreßte.

Diese oben genannte mesophytische Komposition schließt also ökologisch-klimatologisch die Meliaceen als Begleiter fast vollständig aus, da bei der fossilen Blattflora rezente Auwaldsysteme aus USA und China zum Vergleich in Frage kommen (GREGOR & HANTKE 1982, GREGOR 1982 und SCHWEIGERT & KRAUTTER 1991).

Wie ich schon früher (GREGOR 1982) bemerkt habe, paßt die Flora aus dem Dysodil recht gut ins untere Miozän (Karpát, MN 5 sensu HEIZMANN), nur die *Toona seemannii* gab mir, wie schon erwähnt, Rätsel auf, da sie irgendwie nicht ins Bild paßte.

Auch die von MÄDEL 1960 erwähnten Hölzer aus dem Randecker Maar sind erstaunlicherweise Meliaceen, wobei in Molassefloraen Vertreter dieser Familie normalerweise nicht vorkommen (vgl. aber GOTTWALD 1997).

Die Hölzer und die Frucht von *Toona* stammen nun noch zusätzlich aus dem Kalk und nicht aus dem Dysodil und sollten somit nicht verwechselt werden bzw. getrennt bearbeitet werden. Die Hölzer sind verkieselt und wurden 1936 von SEEMANN bei der Anlage eines Schurfes am oberen Ende der Zipfelbachschlucht über dem Bissinger Weg gefunden. Im Schurf lagen verkalkte Ablagerungen mit überdeckenden Tuffen und es wird von SEEMANN (1936) extra von Bruchstücken „großer Stämme“ gesprochen.

Ach die Lauraceenhölzer von dort (SÜSS & MÄDEL 1958) wurden in der Nähe gefunden.

Daß im Kalk auch die „normalen“ Blätter und Fruktifikationen wie im Dysodil gefunden wurden, stört nicht weiter, da durchaus zwei Faziesbereiche vorkommen können, aber eben auch umgelagertes Material.

3. Die Mahagoni-Problematik

MÄDEL (1960:) vergleicht ihre Hölzer mit folgenden Meliaceengattungen:

Carapa - pantropisch aus Asien und Amerika bekannt,

Entandrophragma - 22 Arten aus dem tropischen Afrika bekannt.

MÄDEL nennt sie in ihrer Bearbeitung:

Carapoxylon fasciatum MÄDEL 1960: 398, Taf.1, Fig.1-3, Taf.2, Fig.4,5, SM.B.926.3a,b,c und

Carapoxylon ornatum (FELIX)MÄDEL 1960: 401, Taf.3, Fig.6-7 (FELIX Nr.1326, 1327, 1328) und Taf.4,9,10 - beide aus der Zipfelbachschlucht).

Die Gattung *Toona* ist in Europa unter anderem aus dem eozänen Londonton bekannt.

„Mahagoni“ ist eine tropische Form der Meliaceen und ist bei Kieselhölzern mit der Gattung *Cedreloxylon* und *Carapoxylon* vertreten. Wie GOTTWALD in Rauscheröd (1997) nachweisen konnte, sind diese Gattungen typisch für viele Holzfloren und für das Eozän!

Die Bemerkung SELMEIERS 1983, daß das Klima zur Zeit der Oberen Meeresmolasse also warm gewesen sein muß, da Mahagoni vorkommt, ist somit falsch - basierend auf Meliaceen (warm-temperiert ist auf Grund der zugehörigen Flora natürlich richtig). Alle Interpretationen Richtung „tropisch“ bei diesen Formen sind im Hinblick auf die Blattflora von Randeck abzulehnen.

Die Lorbeerhölzer von Randeck werden als *Laurinoxylon seemannianum* SÜSS & MÄDEL 1960: 81-83, Taf. bestimmt, wobei hier keine weiteren Aussagen zu einer Umlagerung gemacht werden können, da Lauraceen wohl auch in der OSM vorkommen. Auch hier kann man eine Mischung aus umgelagertem und autochthonem Material vermuten bzw. kann es nicht ausschließen.

BLEICH spricht (1988:263) von „lokalen Lorbeer- und Mahagoni-Gehölzen“, die nach diesem Autor auf ein wärmegetöntes Virginia-Klimahindeuten (mit 14-16 °C, ibid.282). Warum dieser Autor dann auf ein mediterranes Klima, mit strenger Winterkälte kommt, bleibt völlig unklar, da sich diese Bemerkungen praktisch ausschließen.

4. Umlagerungsprobleme

Wenn nun tropische Mahagoni-Hölzer im Randecker Maar auftreten, ist auch hier wieder an Umlagerung zu denken (vgl. auch GREGOR & VELITZELOS, 1997, in diesem Band).

Wie ist nun aber das Problem der Umlagerung zu sehen?

So wie die riesigen Stämme von Rauscheröd ohne Probleme im Sediment (Kies) aus dem Eozän in das Miozän umgelagert sind, so einfach geht das auch aus dem Kalk von Randeck.

Der Vulkan bzw. die Gasexplosion hat sicher eine Menge Untergrundmaterie mit hochgerissen, darunter auch die vermeintlichen eozänen Hölzer (wohl auch bereits verkieselt). Auch die kugeligen Früchte der *Toona seemannii* gehören demnach mit gewisser Sicherheit ins Eozän, ebenso wie die Hölzer - natürlich ist ein Beweis so einfach nicht zu führen.

BLEICH (1988:275) erwähnt andererseits Stammstücke mit mehreren dm Durchmesser, wobei er darauf hinweist, daß diese „Kieselhölzer“ offenbar nur in den geschichteten Tuffiten am NW-Rand des Maars vorkommen. Es handelt sich mineralogisch um Holzopal mit Verkalkung.

Somit haben wir kein großes Problem mehr, das Eozän für die Mahagoniverwandten Fossilreste aus dem Maar von dem Miozän der Dysodilflora zu trennen, vor allem wenn man folgenden Autor richtig interpretiert.

Zur Geologie und damit zur möglichen Umlagerung sei hier nämlich ENDRISS (1889) erwähnt, der einige wichtige Bemerkungen zum Randecker Maar bringt: „bei der Ziegelhütte Quarzsande, Böhnerze aus dem Älteren Tertiär“ und „im Südteil rote Bodenreste“ (ibid.:282), „Lettegebiet bei der Ziegelhütte, Bohnerzstückchen, faustgroß (ibid.:93), „Einsprenglinge in Ejections-Brekzien (Ibid.:94), Gänswasen bei Ochsenwang, Bohnerz in unmittelbarer Nähe des Kraterrandes (ibid.:99), Kalkstein-Fragmente, Endprodukte...noch anstehender vorhandenen Gesteine (ibid.:99). Eozäne Auswürflinge wurden von ENDRISS 1889 aus dem Maar erwähnt.

5. Ergebnisse

Die Blatt- und Frucht-Flora aus dem Dysodil des Randecker Maares ist typisch miozän in Komposition, auch die im Kalk. Die Mahagoni-Früchte (*Toona seemanni*) und Hölzer andererseits (*Carapoxylon*) dürften wohl eozänen Alters sein - und werden hiermit als mit großer Wahrscheinlichkeit umgelagert angesehen.

Das Oligozän ist aufgrund nicht tropischer Gegebenheiten des Klimas (Hölzer) als Lieferzeit auszuschließen - nur im Eozän haben wir paratropische Gegebenheiten in Europa zu erwarten und somit ist diese Zeit als „Lieferant“ der Mahagoni-Fossilien anzusehen.

Es ist dringend notwendig, auch andere Fundstellen in der Molasse auf Umlagerungsphänomene zu untersuchen, da dann falsche Aussagen zur Ökologie und zum Klima fossiler Vorkommen vermieden werden können. Für die Molasse habe ich bereits bei Ettelried einen solchen Umlagerungshorizont erwähnt (GREGOR 1989:51).

5. Literatur

- ENDRISS, E.(1889): Geologie des Randecker Maares und des Schopflocher Riedes.- Z.dt.geol.Ges.,41: 83-125, Berlin
- GOTTWALD, H.P.J. (1997): Alttertiäre Kieselhölzer aus miozänen Schottern der ostbayerischen Molasse bei Ortenburg.- Documenta naturae, 109: 1-83, 24 Abb., 4 Tab., 11 Taf., München
- GREGOR, H.-J. (1982): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands - Paläokarpologie, Phyt stratigraphie, Paläoökologie, Paläoklimatologie. - 278 S., 34 Abb., 16 Taf., Anhang; Enke Verlag Stuttgart.
- GREGOR, H.-J. (1986): Zur Flora des Randecker Maares (Miozän, Baden-Württemberg). - Stuttg. Beitr. Naturk., B, 122, 17 S., 6 Taf.; Stuttgart (1986b)
- GREGOR, H.-J. (1989): Neufunde fossiler Fruktifikationen in Molasseablagerungen Süddeutschlands, (Kurzberichte V). - Documenta naturae, 49: 51-52; München.
- GREGOR, H.-J. & HANTKE, R. (1980): Revision der fossilen Leguminosengattung *Podogonium* HEER (= *Gleditsia* LINNE) im europäischen Jungtertiär. - Feddes Rep., 91, 3: 151-182, Taf. 8-12, 7 Tab., 12. Abb.; Berlin.
- GREGOR, H.-J. & VELITZELOS, E. (1997): Tertiäre Xylofloren aus Libyen - ein Exkursionsbericht zur Problematik der dortigen Fundstellen.- Documenta naturae, 115: 15-x, 5 Abb., 4 Taf., München
- MÄDEL, E. (1960): Mahagonihölzer der Gattung *Carapoxylon* n.g. (Meliaceae) aus dem europäischen Tertiär.- Senck.leth.,41, 1/6:393-421, 6 Abb., 6 Taf.,
- RÜFFLE, L. (1963): Die obermiozäne (sarmatische) Flora vom Randecker Maar. - Paläont. Abh., 1, 3 : 139-238, Taf. I-XXXIV, 45 Abb., Berlin.

- SCHWEIGERT, G. & KRAUTTER, M. (1991): Bemerkungen zur Sedimentation, Flora und dem Paläoklima des Randecker Maars (Unter-/Mittel-Miozän, Schwäbische Alb).- N.Jb.Geol. Pal., Mh., 8: 505-514, 2 Abb., Stuttgart
- SEEMANN, R. (1930): Stratigraphische und allgemein- geologische Probleme im Obermiozän Südwestdeutschlands.- N.Jb.Min.etc.,Beih.,63,B: 63-122, 4 Abb., 1 Tab.,Stuttgart
- SEEMANN, R.(1936): Die geologische Geschichte des Randecker Maars.-Bl. Schwäb. Alb-ver., 48,11:185-188, 1 Abb., 1 Karte, Tübingen
- SELMEIER, A. (1983): Tropische Elemente unter den Kieselhölzern des Molassebeckens. - Unveröff. Ber.Paläont.Ges., 53. Jahresvers. Mainz: 67-670, Mainz.
- SELMEIER, A. (1986): Jungtertiäre Kieselhölzer aus Rauscheröd (Niederbayern).- Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 86: 249-260, 2 Abb., 2 Taf., Frankfurt a.M.
- SÜSS,H. & MÄDEL, E.(1958): Über Lorbeerhölzer aus miozänen Schichten von Randeck (Schwäbische Alb) und Ipolytarnoc (Ungarn).-Geologie, Jg.7,1: 80-99, 2 Abb., 5 Taf., Berlin