



documenta

naturae | no. 104

band 1

München 1996



DOCUMENTA NATURAE

Nr.104 Band 1 1996

ISSN 0732-8428

Herausgeber:

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

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

Die Zeitschriftenreihe erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten Geologie, Paläontologie, Botanik, Anthropologie, Domestikationsforschung, Vor- und Frühgeschichte, Stratigraphie, Lagerstättenkunde usw.

Die Zeitschriftenreihe ist Mitteilungsorgan der Paläobotanisch-Biostratigraphischen Arbeitsgruppe (PBA) Heimatmuseum Günzburg

Die Sonderbände behandeln unterschiedliche Themen aus den Gebieten Kunst, Kochen, Reiseführer oder sind Neuauflagen alter wissenschaftlicher Werke usw.

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

Überweisung des Heftpreises erbeten auf das Konto 1548460 bei der Sparkasse FFB (BLZ 700 530 70) - Inh. H.-J. Gregor.

Bestellungen bei Buchhandlungen und den Herausgebern.

Copyright: beim Verlag und den Verlagsleitern

Titelblatt und Layout: Hans-Joachim Gregor, Juliane Gregor & Gabriel Butzmann

Inhalt

| | Seite |
|---|-------|
| STROE, M. v.: The Flora of the Miocene 7b1-Layer of Hambach, Germany..... | 1-18 |
| BUTZMANN, R.: Neue Pflanzenfossilien aus dem niederrheinischen Tertiär X. Ein Massenvorkommen von <i>Equisetum limosellum</i> HEER sensu novo im Tegelen (oberstes Pliozän) des Tagebaues Hambach bei Niederzier..... | 19-26 |
| PINGEN, M.: Neue Pflanzenfossilien aus den niederrheinischen Tertiär XI. Erstnachweis von <i>Eurya boveyana</i> CHANDLER, <i>Itea europaea</i> MAI und <i>Phyllanthus securinegaeformis</i> MAI aus den obermiozänen Inden- Schichten von Hambach..... | 27-32 |
| FISCHER, T. C.: Wachstumszonen an Athrotaxiszweigen aus den Inden-Schichten (Obermiozän) des Tagebaues Hambach bei Niederzier (Düren)..... | 33-34 |
| MAYR, Ch. & FISCHER, T. C.: Eine Blattflora unter Flöz Frimmersdorf (Ville- Schichten 6B, Unter-Miozän) aus dem Tagebau Hambach bei Niederzier (Rheinbraun AG, Köln)..... | 35-40 |

THE FLORA OF THE MIOCENE 7b1-LAYER OF HAMBACH, GERMANY

by M. VAN STROE

ABSTRACT The flora of the Upper Miocene 7b1-layer of Hambach in the Lower rhinish basin, described here, contains about 30 different species. Several of the species have not been described previously for this locality. The state of preservation of the specimens suggests that they were deposited in a sluggish flowing river not far from the origin of most specimens. The species found indicate a river bank vegetation growing on a humid, rich soil and an arcotertiary, mesophytic forest in the hinterland. This is NSG paper no 9511.

LOCATION AND STRATIGRAPHICAL SETTING

Located in north-west Germany, the area to which the locality Hambach belongs is known as the "Niederrheinische Bucht" or "the Lower Rhine Basin" (fig. 1). In this, at present very important lignite mining area several clastic layers, containing plant remains, were deposited. In the open cast mine Hambach material from the lower part of the Upper Miocene deposits was collected during the summer of 1991.

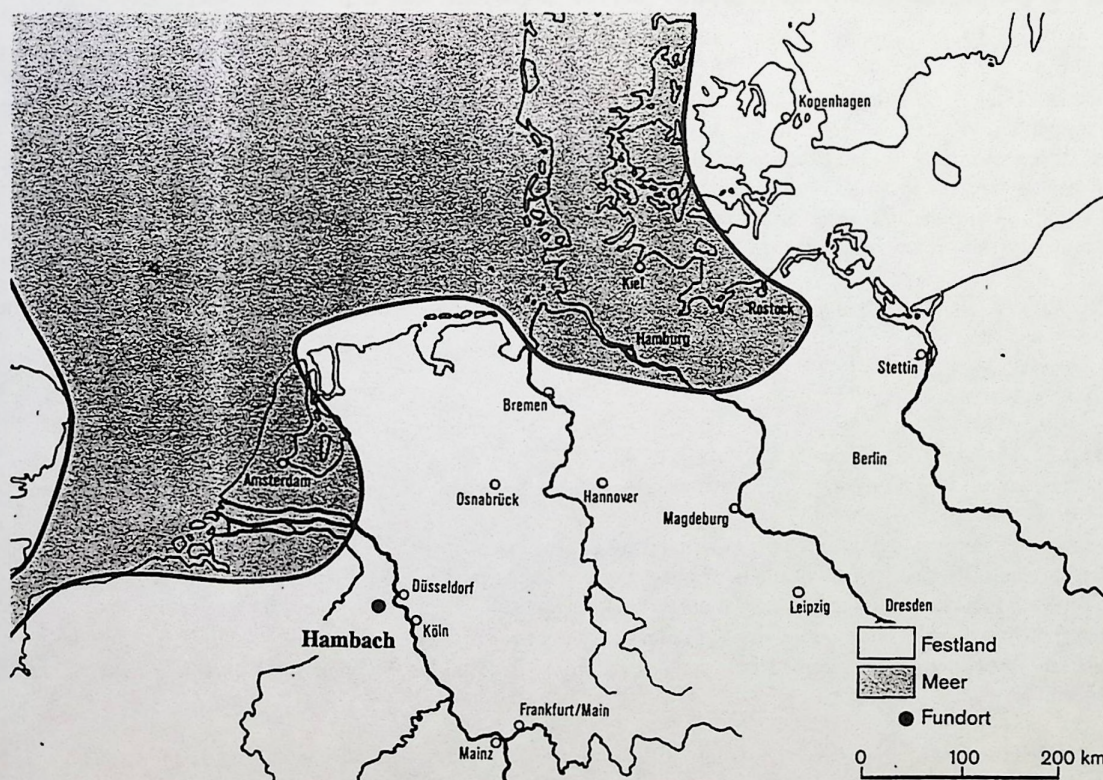


Fig. 1: Map showing the geographical location of *Hambach* and the assumed land/sea division during the Middle Miocene. Adapted from Probst, 1990.

According to the local Rheinbraun terminology the layer from which our flora was collected is known as layer 7B1; it is also known as *Flöz Friesheim* and forms the lower part of the *Inden Formation* which were deposited in the Upper Miocene (fig. 2). The material of the 7B1 layer was collected randomly (mostly large pieces which were split in the laboratory). The leaves are preserved as compressions in a silt.

| AGE | FORMATION | RHEINBRAUN TERMINOLOGY |
|------------------------|---------------------------|--|
| Pleistocene | Tegelen | 12-13 |
| Pliocene —boundary— | Kieseloolith Formation | Reuver-Serie Rotton-Serie |
| | Inden Formation | Hauptkies-Serie Flöz Schophoven Zwischenmittel Flöz Kirchberg Zwischenmittel Flöz Friesheim Zwischenmittel |
| 10-11 | | |
| 9 | | |
| 8 | | |
| 7F | | |
| 7E | | |
| 7D | | |
| Upper Miocene | Ville Formation | 7C |
| | | 7B |
| Middle Miocene | Ville Formation | 7A |
| | | Flöz Garzweiler |
| | | 6 |

Table 1: Stratigraphical sequence of the Miocene. Adapted from Belz, 1992.

DESCRIPTION AND PREPARATION OF THE LEAVES

The description of the leaf-remains is primarily based on macroscopic features. Where it was possible microscopic features were also examined. The method used for cuticle preparations followed that described by Kerp (1990) for clay and other unconsolidated sediments. According to this method the leaf-fragments are cleaned with Hydrogen Peroxide and after that they were bleached with Sodium Hypochlorite. Terminology of macroscopic and microscopic features were adapted from Dilcher (1974).

SYSTEMATIC DESCRIPTION The taxa have been placed in alphabetical order.

Class Coniferopsida

Family Pinaceae

Pinus sp.1, Number of specimens: 5 (plate 1:1-2).

Description: up to 65mm long and 2mm wide fragments of needles with smooth margins. The primary vein is well developed.

Epidermis: rectangular cells with straight or slightly bent walls in a linear arrangement. Epidermis cells 44-180µm long and 25-40µm wide. Stomata in rows and orientated parallel to the venation. Stomata: length and width 46-80µm and 30-50µm. Stomatal complex is anomocytic.

Remarks: based on similarities of the shape and cuticle characters of modern *Pinus*, especially the large stomata, the specimens are described as a species of *Pinus*. Because of the absence of complete material no related species can be named.

Pinus sp. 2, Number of specimens: 12 (plate 1:3-4).

Description: up to at least 90mm long and 2mm wide fragments of needles with smooth leaf margins.

Epidermis: cuticle very thin, epidermal cells 6-8µm wide, the length could not be measured. Stomata arranged in rows and orientated parallel to the venation. Stomata ranging in size from 17-34µm long and 10-15µm wide.

Remarks: all 12 specimens, found together, belong probably to the same species. Based on the microscopical differences with the forgoing species they are described as a separate species. Because of the absence of complete material no related species can be named.

Family Taxodiaceae

Taiwania paracryptomeroides Kilpper (1968), Number of specimens: 1 (plate 1:5-7).

Description: a 60mm long shoot with 3 side shoots, leaf arrangement spirally, approximately 60 on the main shoot arising from the shoot at 30°-50°. Leaves 2-4mm long and 1mm wide, shape symmetrical, triangular and keeled with acute apex (bent upward) and smooth margins.

Epidermis: rectangular, rarely rounded cells with straight walls in a linear arrangement. Epidermis cells in non stomatal condition 20-62µm long and 6-13µm wide. Epidermis cells in stomatal condition 15-31µm long and 5-18µm wide. Stomata in two rows, these rows are 2-8 stomata wide. Stomata: length and width 24-32µm and 9-16µm, not orientated, amphicyclic.

Remarks: the shoot described here matches the shoots described by Kilpper (1968) and Mai & Walther (1991) in macroscopic features and epidermis. Both in gross morphology and epidermal characters *Taiwania paracryptomeroides* is identical to as well *Taiwania cryptomeroides* HAYATA as to *Taiwania flousiana* GAUSSEN. *T. cryptomeroides* originates from Taiwan and *T. flousiana* is known from the mountains of southern China (Gausсен, 1967).

Taiwania paracryptomeroides has only been found in Miocene deposits.

Taxodium dubium Heer (1855), Number of specimens: 316 (plate 1:8-9).

Description: shoots 5-65mm long, leaf arrangement alternate, up to 60 or possibly more per shoot arising from the shoot at 32°-64°. Leaf size 2-17mm long and 2mm wide, shape lanceolate with acute apex. Leaf margin smooth. Leaves with a weak primary vein.

Epidermis: rectangular, sometimes rounded cells with mostly straight walls in a linear arrangement. Epidermal cells in non stomatal condition 21-40µm long and 11-15µm wide. Epidermal cells in stomatal condition 17-39µm long and 10-15µm wide. Stomata in rows, length and width 25-46µm and 18-28µm, orientated oblique to the axis of the leaf, cyclocytic, guard cells often with T-shaped walls, trichomes not present.

Remarks: the shoots described above match those described by Beltz (1992). *Taxodium dubium* can be compared to *T. distichum* in anatomy and probably also in ecology. *T. distichum* is a 20-50m tall deciduous tree and a typical representative of the marshforest of southern North America. The cuticle of *T. dubium* differs slightly from the cuticle of *T. distichum* and *T. mucronatum*, but it is more similar to *T. ascendens*.

Taxodium dubium is present from the Upper Oligocene until the end of the Pliocene of Europe.

Class Magnoliopsida: Subclass Dicotyledonae

Family Aceraceae

Acer tricuspidatum Bronn (1838), Number of specimens: 94 (plate 1:10-11 and plate 2:1).

Description: leaf size 30 to at least 100mm (n=5) long and 20-90mm (n=5) wide, leaf index 1,1-1,5 (n=5), petiole up to at least 50mm long, not thickened. Shape: palmate, base rounded or cordate, apices attenuate or acute. Leaf margin: regularly spaced uniform teeth. Venation: actinodromous with three primary veins, diverging radially from the middle primary vein at an angle 25°-45°. Secondary veins are craspedodromous, diverging from the primary veins at an angle of 40°-50°. Tertiary veins diverge at straight or almost straight angles from the secondary veins. Areoles well developed, quadrangular or pentagonal.

Epidermis: upper epidermal cells isodiametrical to rectangular with straight cell walls, 16-28µm long and 9-18µm wide, arrangement quadrangular to polygonal. Lower epidermal cells similar to the upper epidermal cells, but somewhat smaller, 9-22µm long and 8-15µm wide. Stomata not orientated, 10-18µm long and 8-16µm wide. Stomatal complex anomocytic. Stomatal index 8.7. Trichomes present, 30-100µm long, thickening at the base.

Remarks: the specimens described above match those described by Walther (1972) and Kovar-Eder (1988). They differ from the material described by Belz (1992) in the punctuation of the epidermis. It differs from *A. integrilobum* in the leaf margin. This is also the case with *A. integerrimum*, which has three as well as five lobed leaves (Walther, 1972). *A. tricuspidatum* is regarded as an arctotertiary element of the valley bottom forest. It is compared to *A. rubrum*, from eastern North America, an up to 40m tall deciduous tree that prefers fresh, rich soils of the valley bottom forest and the river valleys.

Acer tricuspidatum is present from the Upper Oligocene until the Upper Pliocene.

Family Betulaceae

Alnus julianaeformis Sternberg (1823), Number of specimens: 4 (plate 2:2).

Description: leaf size 60mm long (n=1) and 23-35mm wide (n=2), leaf index 1,7 (n=1), petiole absent. Shape: symmetrical elliptic, base obtuse, sometimes asymmetrical, apex acute. Leaf margin: regularly spaced compound teeth with one major tooth and 0-3 minor teeth, the major teeth being served by the secondary veins and the minor teeth being served by branches of the secondary veins. Venation: craspedodromous with a straight primary vein and 10 straight or almost straight secondary veins diverging opposite or almost opposite at an angle

of 35°-53° (n=3). Secondary veins straight or slightly curved. Tertiary veins diverging at straight or almost straight angles from the secondary veins. Areoles well developed, quadrangular or pentagonal. Epidermis: cuticle very thin, cuticle preparations rather poor. Epidermal cells polygonal with straight cell walls; a glandular hair and a circular trichome base present.

Remarks: comparisons made with recent species of *Alnus* showed some similarities between the fossil and *A. subcordata* and *A. japonica*. Comparison to *A. trabeculosa*, named by Hummel (1991) as a relative was not possible by lack of material. *A. julianaeformis* is regarded as an arctotertiary element of the valley bottom forest.

Alnus julianaeformis is known from the Miocene of Europe.

Betula brongniartii Ettinghausen (1851) Number of specimens: 2 (plate 2:3-5).

Description: leaf size 75-80mm long (n=2) and 40mm wide (n=1), leaf index 2,0 (n=1), petiole up to 20mm long, not thickened at the base. Shape: ovate, base cordate, sometimes asymmetrical, apex acute. Leaf margin: regularly spaced compound teeth with one major tooth and two minor teeth, the major teeth being served by the secondary veins and the minor teeth by branches of the secondary veins. Venation: craspedodromous with a straight primary vein and 12-15 straight or slightly bent secondary veins diverging at an angle of 45°-50°. Tertiary veins diverging at straight angles from the secondary veins. Areoles well developed, quadrangular or pentagonal.

Epidermis: upper epidermal cells 11-25µm, isodiametrical, quadrangular to hexagonal with straight cell walls. The lower epidermal cells similar to the upper epidermal cells, but somewhat smaller, 10-14µm. Stomata not orientated, varying in length and width between 18-24µm and 10-15µm. Stomatal complex anomocytic.

Remarks: these 2 specimens resemble those found by Belz (1992), but the stomata are somewhat narrower. *Betula brongniartii* is regarded as a deciduous, arctotertiary and mesophytic element. Comparison to modern species suggests a relation with the in eastern North America living *B. lenta*, an up to 25m tall deciduous tree, which does not appear to have a soil preference (Fowells, 1965). *B. lenta* can grow under poor soil conditions but it is replaced by *Quercus* or *Pinus* when the soil contains sufficient nutrients to sustain the growth of these trees. As *B. lenta* can be regarded as a pioneer species (Fowells, 1965), it is possible that *B. brongniartii* was also a pioneer species.

Betula brongniartii is present in the Upper Miocene.

Betula subpubescens Goeppert (1855), Number of specimens: 1 (plate 2:6-7).

Description: an up to at least 47mm long and 24mm wide leaf fragment, leaf index not measured, petiole absent. Shape: elliptic, base cuneate, apex missing. Leaf margin: regularly spaced compound teeth with 1 major tooth and 2 minor teeth, the major being served by the secondary veins and the minor teeth being served by branches of the secondary veins. Venation: craspedodromous with a straight primary vein and 10 straight secondary veins, diverging at an angle of 45°. Secondary veins arranged opposite. Tertiary veins diverge at straight or almost straight angles from the secondary veins. Areoles imperfect and random.

Epidermis: upper epidermal cells rectangular 10-21µm long and 10-19µm wide with straight walls. Lower epidermal cells more isodiametrical, 11-14µm with slightly curved cell walls. Stomata not orientated, 15-23µm long and 11-19µm wide. Stomatal complex anomocytic.

Remarks: although there is a general agreement with the description of Belz (1992), the epidermis differs from his material in the size of the epidermal cells and the stomata. However it resembles the specimens described by Kovar-Eder (1988). *Betula pubescens* (from Europe) and *B. schmidtii* (from East Asia) are both named as modern relatives. Only the first species was available to the present author of the second only some pictures (Hummel, 1991) could be studied. Macroscopical differences were observed between the specimen and *B. nana*, *B. lenta*, *B. albosinensis* and *B. nigra*.

Betula subpubescens is known from the Middle Oligocene until the Pliocene (Walther, 1964).

Carpinus grandis Unger emend. Heer (1856), number of specimens: 10 (plate 2:8-9).

Description: leaf size 28-50mm long (n=4) and 12-25mm wide (n=4), leaf index 2,3-2,4 (n=2), petiole absent. Shape: ovate, base cordate or rounded, apex acute or attenuate. Leaf margin: regularly spaced compound teeth with one major tooth and three to six minor teeth, the major teeth being served by secondary veins and the minor teeth by branches of the secondary veins. Venation: craspedodromous with a straight primary vein and 10-13 (n=4) secondary veins diverging at an angle of 40-48°. Tertiary veins diverge at a straight angle from the secondary veins. Areoles well developed, quadrangular or pentagonal.

Epidermis: upper epidermal cells isodiametrical to rectangular, length and width 24-47µm and 12-26µm. Cell walls straight or slightly undulating. Lower epidermal cells poorly visible. Stomata anomocytic, stomatal pore

length 8-13 μ m.

Remarks: the specimens match those described by Beltz (1992), Hummel (1991) and Mai & Walther (1991). *Carpinus grandis* is thought of as a species that holds several macroscopical identical species. Comparison to recent species suggests a relationship to *C. orientalis* or *C. betulus*; the latter is an up to 25m tall deciduous tree that prefers shade and a humid soil. It is known from western, central and southern Europe, where it grows with *Quercus* and other deciduous trees. *C. grandis* is regarded as a mesophytic and arctotertiary element.

Carpinus grandis is present from the Middle Oligocene until the Upper Pliocene of Europe (Mai & Walther, 1978).

Family Fagaceae

Fagus menzelii Kvacek & Walther (1991), number of specimens: 12 (plate 3:1).

Description: leaf size 68mm long (n=1) and 25-28mm (n=4) wide, leaf index 2,6 (n=1), petiole absent. Shape: ovate, base obtuse or acute sometimes asymmetrical, apex attenuate. Leaf margin: regularly spaced uniform teeth, served by the secondary veins. Venation: craspedodromous with a straight or zig-zag shaped primary vein and 9-11 (n=2) secondary veins diverging at an angle of 35-50° (n=5). Tertiary veins diverging at a straight or almost straight angle from the secondary veins. Areoles well developed, quadrangular or pentagonal.

Epidermis: upper epidermal cells rectangular to quadrangular, long and wide, 17-29 μ m and 12-25 μ m with undulating walls. Lower epidermal cells similar to the upper epidermal cells, but somewhat smaller. Stomata not orientated, length and width 18-19 μ m and 6 μ m. The type of stomatal complex not observed. A trichomebase 12 μ m in diameter surrounded by 7 cells was present.

Remarks: the specimens described above match those described by Beltz (1992) macroscopically and microscopically. *Fagus menzelii* has only recently been described as a separate species by Mai & Walther (1991). Comparison to recent forms suggests a relationship with East Asian species of *Fagus* like, *F. engleriana*, *F. longipetiolata* or *F. lucida* (Kvacek & Walther, 1991).

Fagus menzelii is present in the Inden Formation.

cf. *Castanea atavia* Unger (1851), number of specimens: 2 (plate 3:2).

Description: leaf size 120mm long and 35mm wide, leaf index 3,4, petiole up to 10mm, not thickened. Shape: elliptic, base acute, apex acute. Leaf margin: regularly spaced uniform teeth which are served by the secondary veins. Venation: craspedodromous with a straight primary vein and 17 secondary veins diverging at an angle of 45°. Tertiary veins and areoles not visible due to poor preservation of the specimen.

Epidermis: upper epidermal cells have straight or curved walls. Cell length and width 8-25 μ m and 5-12 μ m. On the lower epidermis a hairbase could be observed, 8 μ m in diameter and surrounded by 7 cells.

Remarks: based on the size of the specimen, the leaf index and the absence of hairbases in the upper epidermis, these specimens are described as cf. *Castanea atavia*. However, it is difficult or impossible to distinguish between intermediate forms of *Castanea* and *Quercus* which are frequently found in the Upper Miocene (Berger, 1952 & Christensen, 1976). Therefore the assignment has not been made definitive. Walther & Zastawniak (1991) have revised the original material of Goeppert (1852) and some new material and came to the conclusion that material originally described as *Quercus kubinyi* and *Castanea atavia* could be described as a single species: *Quercus gigas*. Our material differs from this species in the absence of trichomes. When *Castanea atavia* is compared to recent forms a relation is suggested to *C. sativa*, an up to 30m tall deciduous tree living on sandy soils in Southern Europe. It can not tolerate frost for a long period and it needs sufficient water. *C. atavia* is regarded as an arctotertiary and mesophytic element.

Castanea atavia is present from the Middle Miocene until the Upper Pliocene.

Quercus gigas Goeppert emend. Walther & Zastawniak (1991), number of specimens: 5 (plate 3:3-5).

Description: only leaf fragments, up to at least 103mm long and 40-65mm (n=3) wide, leaf index not measured due to incompleteness of the leaves, petiole absent. Shape not determined due to incompleteness of the specimens. Leaf margin: regularly spaced uniform teeth which are served by the secondary veins. Venation: craspedodromous with a straight primary vein and up to at least 9 straight secondary veins diverging from the primary vein at an angle of 45°-58°. Tertiary veins diverging at straight or almost straight angles from the secondary veins. Areoles are well developed and quadrangular to hexagonal.

Epidermis: upper epidermal cells rectangular to hexagonal, cell walls straight or curved, length and width 12-30 μ m and 6-20 μ m, arrangement polygonal. Trichome bases present. Lower epidermal cells similar to the upper epidermal cells, but somewhat smaller and more irregular in shape, 12-26 μ m long and 6-19 μ m wide. Stomata

not orientated, 18-26 μ m long and 15-24 μ m wide. Stomatal complex anomocytic. Trichomebases present, 8-9 μ m in diameter, surrounded by 8 cells.

Remarks: the distinction between this type of *Quercus* and *Castanea atavia* is very difficult (see remarks). The assignment was based on the presence of hairbases on the upper epidermis and the width of the leaves. *Quercus* is regarded as an arctotertiary and mesophytic element. It is very difficult to name a comparable living relative because of the great diversity and hybridisation within modern *Quercus* species. There appears to be a relation with the East Asian forms of *Quercus* (Mai & Walther, 1988). Walther & Zastawniak (1991) revised the material originally described by Goepfert (1852 and 1855) and specimens originally labelled *Quercus kubinyi*, *Quercus pontica miocenica* and *Castanea atavia* are assigned to the species *Quercus gigas* (Goepfert emend. Walther & Zastawniak, 1991), which closely resembles the above described specimens. *Quercus gigas* is present from the Younger Tertiary of Europe. (Walther & Zastawniak, 1991).

Quercus psuedocastanea Goepfert emend. Walther & Zastawniak (1991), number of specimens: 4 (plate 3:6).

Description: only leaf fragments, up to at least 95mm long and 40mm wide, leaf index could not be measured due to incompleteness of the leaves, petiole absent. Shape not determined due to incompleteness of the specimens. Leaf margin: regularly spaced lobes. Venation: craspedodromous with a straight primary vein and up to at least 9 slightly curved secondary veins diverging from the primary vein at an angle of 45° (n=1). Tertiary veins diverging at straight angles from the secondary veins. Areoles well developed and quadrangular to pentagonal.

Epidermis: both upper and lower epidermal cells isodiametrical. Stomata not orientated. Stomatal complex cyclocytic. Trichomes present.

Remarks: the specimens described above match those described by Belz (1992). The leaves clearly differ from *Q. gigas* in the leaf margin. *Quercus pseudocastanea* is regarded as the ancestor of the modern *Quercus* section *Cerris*, especially *Q. petrea* (Mai & Walther, 1988).

Quercus psuedocastanea is known from the Upper Miocene (Belz, 1992).

Family Hamamelidaceae

Liquidambar europaea Braun (1836), number of specimens: 196 (plate 3:7-9).

Description: leaf size 40-135mm (n=8) long and 50-135mm (n=6) wide, leaf index 0,7-1 (n=4), petiole up to 55mm long not thickened. Shape: palmate, 3-6 lobed (rarely 4 or 6 lobed), base cordate or rounded, apices attenuate. Leaf margin: regularly spaced uniform teeth. Venation: actinodromous with 3,5 or 6 primary veins, secondary veins semicraspedodromous. Tertiary veins diverging at straight angles from the secondary veins. Areoles well developed but very irregular.

Epidermis: upper epidermal cells 15-45 μ m isodiametrical polygonal with straight walls in a hexagonal arrangement. Lower epidermal cells 8-50 μ m irregular, isodiametrical quadrangular to polygonal or rectangular with straight or bent walls. Stomata not orientated, 18-30 μ m long and 18-30 μ m wide. Stomatal complex brachyparacytic. Stomatal index 8 (n=3).

Remarks: the specimens described above match those described by Ferguson (1971), Kovar-Eder (1988) and Belz (1992) macroscopically and microscopically. *Liquidambar europaea* is considered as a plant of the arctotertiary valley bottom forest. *Liquidambar europaea* is more comparable to *L. styraciflua* macroscopically and microscopically than to *L. orientalis*. A third possible relative is *L. formosana*, it also matches *L. europaea* macroscopically. *L. styraciflua* is an up to 45m tall deciduous tree and a typical representative of the river banks.

Liquidambar europaea is present from the Middle Oligocene until the Upper Pliocene of Europe.

Parrotia pristina Stur (1867), number of specimens: 28 (plate 3:10 and plate 4:1).

Description: leaf size 35-65mm (n=6) long and 13-35mm (n=9) wide, leaf index 1,7-2,4 (n=4) petiole up to 3mm long preserved. Shape: symmetrical, ovate or elliptical, base rounded, apex acute, obtuse or sometimes even emarginate.

Leaf margin: in lower half entire and in upper half crenate. Venation: imperfect basal acrodromous with 2 basal secondary veins, primary vein straight, the 2 lowermost secondary veins bent and diverging from the primary vein at an angle of 30°-42° (n=5). The other secondary veins 2-4 (n=6) diverging from the primary vein also bent. Tertiary veins mostly straight, though sometimes curved. Areoles well developed and quadrangular or pentagonal.

Epidermis: the cuticle is very poor, due to preservation and fungal attack no details other than stomata size, 23 μ m long and 14 μ m wide could be observed. On one specimen 100 μ m long trichomes could be observed over

the veins.

Remarks: the specimens described here match those described by Kovar-Eder (1988) and Beltz (1992). *Parrotia pristina* is compared to the recent monotypic *Parrotia persica*, an up to 10m tall deciduous tree of humid, warm, temperate forests in the Caucasus and North Persia.

Parrotia pristina is present in the Miocene and Pliocene deposits of Europe.

Family Juglandaceae

Juglans acuminata Braun (1845), number of specimens: 1 (plate 4:2).

Description: leaf size up to at least 65mm long and 35mm wide, leaf index not measured due to incompleteness of the leaf, petiole absent. Shape: symmetrical elliptic, base acute (slightly asymmetrical), apex missing. Leaf margin: entire. Venation: camptodromous with a straight primary vein. Secondary veins bent and connected with the next secondary vein near the leaf margin. Angle of divergence between the primary vein and the secondary veins 77°. Intermediate veins present. Tertiary veins at straight or almost straight angles to the secondary veins. Areoles pentagonal to polygonal.

Epidermis: cuticle very thin, only preserved near the veins. Details of the epidermis not visible except for the stomata, 13-20µm long and 9-13µm wide.

Remarks: the specimen described above matches those described by Christensen (1976). *Juglans acuminata* is seen as a plant of the valley bottom forest. Macroscopical differences were observed between *J. acuminata* and *J. nigra* and *J. cinerea*. Comparison to recent forms suggests a relationship with *Juglans regia*, an up to 25m tall deciduous tree living in Central Asia and southern Europe on warm and shaded slopes up to 800m altitude (Pokorny, 1972).

Juglans acuminata is present in the Miocene of Europe.

Pterocarya paradisiaca Iljinskaja (1962), number of specimens: 1 (plate 4:3).

Description: leaf size 105mm long and 31mm wide, leaf index not measured due to incompleteness of the leaf, petiole absent. Shape: asymmetrical elliptic, base cordate, apex missing. Leaf margin: regularly spaced uniform teeth. Venation: semicraspedodromous with a straight primary vein. The 20 secondary veins present bent and connected with the next secondary vein near the leaf margin. Angle of divergence between the primary vein and the secondary veins 55°. Intermediate veins present. Tertiary veins diverging at a straight angle from the secondary veins. Areoles well developed and quadrangular to hexagonal.

Epidermis not studied due to poor preservation.

Remarks: the leaf described here matches those described by Beltz (1992) and Kovar-Eder (1988). *Pterocarya paradisiaca* is regarded as an arctotertiary element of the valley bottom and marsh forests (Knobloch & Kvacek, 1976). Comparison to recent forms suggests a relationship with *P. fraxinifolia*, an up to 20m tall deciduous tree from the Caucasus, but a relation to east Asian species of *Pterocarya* is also possible (Kovar-Eder, 1988).

Pterocarya paradisiaca is present from the Upper Miocene until the Early Pliocene.

Family Lauraceae

Daphnogene polymorpha Ettinghausen (1851), number of specimens: 2 (plate 4:4-6).

Description: leaf size up to at least 70mm long and 25-30mm (n=2) wide, leaf index not measured due to incompleteness of the leaves, petiole absent. Shape: symmetrical, elliptic, base rounded or obtuse, apex acute. Leaf margin smooth. Venation: imperfect suprabasal acrodromous with 3 primary veins. Secondary veins 3 (n=2) at an angle of divergence of 45°-55° (n=4) of the main, straight primary vein. Tertiary veins perpendicular between the primary veins. Areoles well developed, quadrangular to pentagonal.

Epidermis: upper epidermal cells isodiametrical, 12-33µm quadrangular to polygonal with undulating cell walls. Lower epidermal cells similar to the upper epidermal cells, but somewhat smaller, 6-28µm. Stomata not orientated, 12-22µm long and 11-17µm wide. Stomatal complex paracytic. Stomatal index 11-16 (n=2).

Remarks: a comparison with modern species is not possible because the relationship to modern species is not known (Belz, 1992). *Daphnogene polymorpha* belongs to a group of fossil leaves that contains several macroscopically identical species (Belz, 1992). The original material of the species was described as *Cinnamomum*, a genus with also the same morphology. The leaves are frequently found in Miocene leaf associations. *D. polymorpha* is considered to be an evergreen palaeotropical element of the valley bottom forest and the mesophytic forest.

Daphnogene polymorpha is present in the Miocene (Belz, 1992).

Laurophyllum princeps Heer (1856), number of specimens: 2 (plate 4:7-9).

Description: leaf fragments up to 90mm long and 23-38mm wide, leaf index could not be measured due to incompleteness of the specimens, petiole up to 2mm preserved, not thickened. Shape: ovate, base obtuse, apex missing in both specimens. Venation irregular bronchidodromous, secondary veins alternately arranged. Primary vein straight, angle of divergence between primary and secondary veins 50°-90°. Intermediate veins are present. Secondary veins sometimes dividing in two equal veins, the upper one connecting with the next secondary vein near the leaf margin. Veins of higher order building quadrangular or pentagonal areoles.

Epidermis: cuticle thick, though of poor quality, only stomata visible: 19-28 μ m long and 11-16 μ m wide.

Remarks: comparison with some recent *Lauraceae* was done with the following result: the cuticle of *Laurophyllum princeps* did not resemble *Machilus lichuangensis*, *Laurus nobilis* or *Lindera megaphylla*. It did resemble *Cinnamomum camphora* and *C. glandulifera* in the shape of the epidermal cells and the shape of the stomatal apparatus.

Laurophyllum princeps is present in the Miocene of Europe.

Laurophyllum pseudoprinceps Weyland & Kilpper (1963), number of specimens: 3 (plate 4:10).

Description: leaf fragments up to 37mm long and 10-22mm (n=2) wide, leaf index not measured due to incompleteness of the leaves, petiole absent. Shape: symmetrical, lanceolate or ovate with obtuse base, apex missing in all specimens. Leaf margin smooth. Venation: bronchidodromous and alternating. Primary vein straight. Angle of divergence between primary and secondary vein 45°-90° (n=7). Areoles well developed, triangular to pentagonal.

Epidermis: cuticle thick, upper epidermal cells with straight or curved cell walls, lower epidermal cells resembling the upper epidermal cells, but somewhat smaller. Stomata not orientated, 23-26 μ m long and 13-19 μ m wide. The type of stomatal complex not identified.

Remarks: although the cuticle is thick, it is difficult to prepare (Walther, 1964). A comparison with modern species is not possible because the relationship to modern species is not known (Belz, 1992, Knobloch & Kvacek, 1976 and Mai & Walther, 1978). *Laurophyllum pseudoprinceps* belongs to a group of fossil leaves without direct counterparts in modern vegetation. Based on knowledge so far *L. pseudoprinceps* is described as an evergreen palaeotropical element of the valley bottom forest and the mesophytic forest.

Laurophyllum pseudoprinceps is present from the Middle Oligocene until the Lower Pliocene in Europe.

Family Magnoliaceae

Magnolia kristinae Knobloch & Kvacek (1976), number of specimens: 1 (plate 4:11-12).

Description: a leaf fragment up to 30mm long and 13mm wide, apex and base missing. Leaf margin entire. Venation: eucamptodromous and alternating. Primary vein straight and well developed. Angle of divergence between primary and secondary vein 67°.

Epidermis: cuticle difficult to prepare due to fungal decomposition. Upper epidermal cells isodiametrical, 23-41 μ m in diameter, cell walls undulating. Lower epidermal cells barely visible. Stomata not orientated, round, 23-42 μ m in diameter. Stomatal complex: amphicyclocytic.

Remarks: the specimen described above matches those described by Mai & Walther (1991) and Beltz (1992) macroscopically and microscopically. *Magnolia kristinae* is considered to be an important indicator for a humid subtropical climate. Modern *Magnoliaceae* are deciduous as well as evergreen trees. *M. kristinae* is compared to *M. sprengeri* and *M. denudata*, both deciduous trees, occurring in China on rich soils with sufficient water. *Magnolia kristinae* is present in the Miocene of middle Europe.

Family Rosaceae

cf. *Rosaceae*, number of specimens: 1 (plate 5:1).

Description: leaf size 10mm long and 4mm wide, leaf index 2,5, petiole absent. Shape: asymmetrical elliptic, base acute, apex acute. Leaf margin: regularly spaced uniform teeth with in one place a very small tooth in between (possibly a damaged spot in the leaf margin). Venation: semicraspedodromous with a straight primary vein. Secondary veins diverging at 55° from the primary vein.

Remarks: because of the fact that no other details could be studied, the determination could not be made more specific and no comparison could be made to recent forms.

Family Salicaceae

Populus sp. section *Leuce*, number of specimens: 1

Description: up to at least 27mm long and 50mm wide, leaf index not measured due to incompleteness of the specimen, petiole up to 3mm preserved, not thickened. Shape: symmetrical, rounded, base truncate, apex unknown. Leaf margin: regularly spaced rounded teeth, 5mm wide and 5mm long. Venation: basal acrodromous

with 3 primary veins. Secondary veins (3) at an angle of divergence of 35°-40° of the main, straight primary vein. Tertiary veins diverging at straight or almost straight angles from the secondary veins. Areoles well developed, triangular to polygonal.

Epidermis: cuticle only preserved over the veins, not showing any details.

Remarks: the specimen described above resembles *Populus crenata* macroscopically. *P. crenata* is considered an arctotertiary element of the valley bottom forest but as our specimen is not complete and it did not show any cuticular details the identification cannot be stated with enough certainty, so it has to be described as *Populus* sp. section *Leuce*. *Populus crenata* is compared to the modern *P. tremula*, an up to 30 tall deciduous tree present from the polar region to southern Europe. It is regarded as a pioneer plant with very few soil requirements (Pokorný, 1972). However, this comparison cannot be made with certainty because of the study of insufficient material (Belz, 1992).

Populus crenata is present in the Rhenish Upper Miocene.

Populus populina Brongniart (1822), number of specimens: 7 (plate 5:2-3).

Description: leaf size 50mm up to at least 80mm long and 50-80mm (n=3) wide, leaf index 1-1,1 (n=2), petiole absent. Shape symmetrical ovate, base truncate, apex acuminate. Leaf margin: regularly spaced uniform teeth. Venation: basal acrodromous with three primary veins diverging from the middle primary vein at an angle 45°-55° (n=3). Craspedromous secondary veins 4-5 (n=2) diverging at 40°-60° from the middle primary vein. Tertiary veins diverge at straight or almost straight angles from the secondary veins. Areoles well developed, quadrangular to polygonal.

Epidermis: the cuticle shows many folds. Upper epidermal cells where not well enough preserved to be studied. Lower epidermal cells 13-22µm isodiametrical, polygonal. Stomata not orientated, 21-26µm long and 12-16µm wide. In one specimen the stomata where 25-35µm long and 23-36µm wide. The type of stomatal complex could not be stated with certainty due to cuticular folding. Trichomes where found, 68µm long, both on the upper and lower epidermis.

Remarks: the specimens described above match those described by Belz (1992), Ferguson (1971) and Knobloch & Kvacek (1976), with the exception of the 1 specimen with the large stomata. This could be due to the fact that the stomata where poorly visible due to cuticular folding. *Populus populina* is regarded as an arctotertiary element of the valley bottom forest. *P. populina* is compared to the modern *P. tremula*, see remarks under *Populus* spec. section *Leuce*.

Populus populina is known from the Upper Miocene.

Salix kicktonii Weyland (1934), number of specimens: 1 (plate 5:4-5).

Description: up to at least 77mm long and 14mm wide, leaf index could not be measured due to incompleteness of the specimen, petiole 7mm preserved, thickening at the base. Shape linear oblong, base acute, apex missing. Leaf margin smooth. Venation: bronchiodromous to eucamptodromous with a straight primary vein. Secondary veins (10) diverging at an angle of 60°, 1 to 3 intermediate veins between the secondary veins. Tertiary veins diverging at straight or almost straight angles from the secondary veins. Areoles well developed, quadrangular to hexagonal.

Epidermis: upper epidermis without any details. Lower epidermal cells isodiametrical, 24-26µm. Stomata not orientated, 34-41µm long and 30-34µm wide. Stomatal complex paracytic.

Remarks: the specimen described above matches those described by Beltz (1992). *Salix kicktonii* is regarded as an arctotertiary element of the river bank and the valley bottom forest. No recent comparable species can yet be named because of the hybridisation of modern *Salix* species. The specimen differs from *S. alba*, *S. fragilis* and *S. caprea* morphologically.

Salix kicktonii is present in the Inden Formation.

Family Ulmaceae

Ulmus carpinoides Iljinskaja in Takhtajan et al. (1982), number of specimens: 5 (plate 5:6).

Description: leaf size 55-80mm (n=2) long and 23-29mm (n=2) wide, leaf index 2,4-2,8 (n=2), petiole absent. Shape: ovate, base asymmetrical cordate, apex attenuate. Leaf margin: regularly spaced compound teeth with one major tooth and two to four minor teeth, the major teeth being served by secondary veins and the minor teeth by branches of the secondary veins. Venation: craspedromous with a straight primary vein and 18 (n=1) secondary veins at an angle of 48°-50° (n=2) to the primary vein. Tertiary veins diverging at a straight angle to the secondary veins. Areoles well developed, quadrangular or pentagonal.

Epidermis: due to the apparently very thin cuticle and the poor preservation no details could be observed other than the stomata length and width, 16-22µm and 12-14µm.

Remarks: the specimens described above match those described by Mai & Walther (1991) and Beltz (1992) macroscopically. *Ulmus carpinoides* is regarded as an arctotertiary element and a river valley plant. It is compared with *U. americana* and *U. alata*, both from eastern North America, where they grow best on moist soils (Fowells, 1965). The cuticle of *U. carpinoides* is similar to the cuticle of *U. americana* in its being very thin.

Ulmus carpinoides is present from the Upper Oligocene until the Upper Miocene of Eurasia.

Ulmus sp., number of specimens found: 1 (plate 5:7).

Description: a specimen with an asymmetrical base, compound teeth and straight, rather narrowly spaced secondary veins. Tertiary veins diverging at straight angles

Epidermis: upper epidermal cells 10-25 μ m in diameter. No further details present.

Remarks: due to its incompleteness no further determination could be made; however it has some similarity to *U. pyramidalis* described by Buzek (1971). *U. pyramidalis* is compared to the recent arctotertiary *U. alata* and *U. americana* from the river valleys of North America or to *U. carpiniifolia*, an up to 40 tall deciduous tree present in southern Europe that prefers fresh, rich soils with sufficient but not too much water. It grows together with *Quercus*, *Alnus* and *Populus*.

Ulmus pyramidalis is known from the Upper Miocene and the Lower Pliocene of the Lower Rhine embayment.

Subclass Monocotyleae

Family Liliaceae

Smilax weberi Wessel (1855), number of specimens: 2 (plate 5:8-9).

Description: leaf size up to at least 83mm long and 77-100mm (n=2) wide, leaf index not measured due to incompleteness of the leaves, petiole absent. Shape: ovate, base cordate, apex missing, margin smooth. Venation: acrodromous with 5 primary veins (due to the incompleteness of both specimens it can be not be stated that the venation is campylodromous as is the case with *Smilax weberi*). Angle of divergence between primary and very thin secondary veins 43°-90° (n=5). Areoles not very well developed.

Epidermis: the cuticle has a slightly folded appearance, no details are visible, except for stomatal size. Stomata 18-24 μ m long and 12-15 μ m wide.

Remarks: the specimens described above match those described by Krishtofovich (1966) macroscopically. The nomenclature of the species is very complex. Buzek (1971) describes ovate specimens under the name *Smilax weberi* Wessel, (1855) while Krishtofovich (1966) describes the remains as *S. grandifolia* Unger, (1847) but this appears to be incorrect because there already existed a recent species with the same name.

Smilax weberi is known from the Miocene of Europe.

Family inserte sedis

Monocotylophyllum sp. 1, number of specimens: 126 (plate 5:10).

Description: leaf size up to at least 90mm long and 5-25mm (n=12) wide, leaf index not measured due to incompleteness of the leaves, petiole absent. Shape: linear, base obtuse, apex unknown, margin smooth. The leaf is divided in 50-70 (n=8) longitudinal septa and these septa are 0,1-0,5mm wide. The longitudinal septa are broken up by transversal septa.

Epidermis: the study of the cuticle did not result in any extra information.

Remarks: leaf fragments with a similar appearance are known from the literature as *Phragmites oeningensis* (Braun, 1845), and they are known from many localities in the Tertiary in Europe. The identification of incomplete specimens is a difficult problem. A relation with *Sparganium* is possible but there are many other possibilities.

Phragmites oeningensis is known from the Upper Eocene until the Pliocene.

Monocotylophyllum sp.2, number of specimens: 26

Description: leaf size up to at least 90mm long and 1-3mm (n=10) wide, leaf index could not be measured due to incompleteness of the specimens, no petiole was observed. Shape linear, base and apex missing, margin smooth. Venation: up to 20 parallel veins, each vein less than 0.1mm thick, septae between these veins were not observed.

Epidermis: no data could be gathered from the microscopic slide.

Remarks: because of the poor state of preservation and the fact that the cuticle preparations showed no details nothing can be stated about the ecology or the climatical indication of these specimens. They clearly differ from *Monocotylophyllum 1* in the width of the specimens, the number of veins and the absence of transverse septa. They are probably related to *Poaceae* or *Cyperaceae* but there are many other possibilities.

In addition to the leaf material some fruits and seeds have been found which are listed below.

| SPECIES | NUMBER OF SPECIMENS |
|--|---------------------|
| <i>Pinus</i> sp.3 (<i>Pinaceae</i>) | 2 |
| <i>Athrotaxis</i> sp. (<i>Taxodiaceae</i>) | 2 |
| <i>Sequoia</i> sp. (<i>Taxodiaceae</i>) | 1 |
| <i>Taxodium dubium</i> (<i>Taxodiaceae</i>) | 14 |
| <i>Acer</i> sp. (<i>Aceraceae</i>) | 3 |
| <i>Alnus</i> sp. (<i>Betulaceae</i>) | 3 |
| <i>Carpinus</i> sp. (<i>Betulaceae</i>) | 11 |
| <i>Cyclocarya cyclocarpa</i> (<i>Juglandaceae</i>) | 1 |

Table 2: Seeds and fruits found in the 7b1 flora.

PALAEOECOLOGICAL & PALAEOENVIRONMENTAL INTERPRETATION

There are several ways of making an ecological or climatological interpretation of a fossil flora. One should always remember that we only find a percentage of that what was growing on a location at a certain moment in time; what is the difference between the taphocenosis and the biocenosis. Several methods of describing a flora and its ecological and environmental interpretation are described below:

- a) The first method is based on macroscopical and microscopical comparison to the most probable nearest leaving relative.
- b) The second method based on the "Standortindex" by Mai & Walther (1978), a method similar to the one used by Van der Burgh but with less ecological entities.
- c) A third method is the diversity coefficient after Vareschi (1980) modified by Belz (1992).
- d) A fourth method is used by Van der Burgh (1983, 1987), in which the ecosystem is divided in 9 ecological entities (not all entities are used in this paper).

The results of these methods are described and discussed below.

The flora collected in the 7B1 layer contains many specimens and many species. In addition to about 850 leaves, 50 seeds or fructifications were found (see table 6). All these specimens were used in order to provide a most complete overview of the vegetation at that time and location. The specimens were generally found separate from each other and not in layers with numerous specimens, a sign that they were not transported very far. As specimens are generally well preserved, which is also an indication of minor transport, it can be assumed that the flora was deposited very close to its source. Some specimens although covered with fungi but still macroscopically undamaged point to decomposition beginning before sedimentation. Based on this information the deposition is supposed to occur in a quiet river environment.

Comparative analysis: Fossil species compared to modern species

In TABLE 3 an overview is given of the fossils and their most likely modern relatives.

Most impressive is the presence of relatives of several swamp, wetland and humid forest bottom species like, *Sequoia sempervirens*, *Taxodium distichum*, *Acer rubrum* and *Liquidambar styraciflua*. These represent over 600 fossil specimens. The second group are relatives of species of the mesophytic forest like *Betula lenta*, *Betula pubescens*, *Carpinus betulus* and *Parrotia persica*. This group contains much less specimens (41) due to the fact that the transport was at a minimum resulting in an overrepresentation of the wetland forest species. The information provided by the presence of *Pinus spec.*, *Lauraceae* and *Magnolia kristinae* could not be used because no modern equivalent is known.

The environment suggested by these modern species would be that of a sluggish flowing river with *Sequoia*, *Taxodium*, *Acer* and *Liquidambar* growing near the river bank in a humid, rich soil. Some distance from the river would be a mesophytic forest with *Betula*, *Carpinus* and *Parrotia*. Less dominant would be the presence of *Alnus*, *Castanea*, *Quercus* and *Fagus*. These species would be present further from the river, in a more oligotrophic area where they would be found together with *Taiwania* and *Juglans*.

Based on the absence of known modern relatives of several species and the restriction of some other modern

species to small relict areas no climate reconstruction was attempted.

| FOSSIL SPECIES | TOTAL | POSSIBLE MODERN COMPARISON SPECIES |
|-------------------------------------|-------|---|
| <i>Pinus</i> sp. | 19 | - |
| <i>Athrotaxis</i> sp. | 2 | <i>Athrotaxis</i> (Tasmania) |
| <i>Sequoia</i> sp. | 1 | <i>Sequoia sempervirens</i> (western North America) |
| <i>Taiwania paracryptomerioides</i> | 1 | <i>Taiwania cryptomerioides</i> or <i>T. flousiana</i> (China & Taiwan) |
| <i>Taxodium dubium</i> | 316 | <i>Taxodium distichum</i> (southern North America) |
| <i>Acer tricuspidatum</i> | 94 | <i>Acer rubrum</i> (eastern North America) |
| <i>Acer</i> sp. | 3 | - |
| <i>Alnus julianaeformis</i> | 4 | <i>Alnus trabeculosa</i> (East-Asia) |
| <i>Betula brongniartii</i> | 2 | <i>Betula lenta</i> (eastern North America) |
| <i>Betula subpubescens</i> | 1 | <i>Betula pubescens</i> (Europe) |
| <i>Carpinus grandis</i> | 10 | <i>Carpinus betulus</i> (Europe) |
| <i>Fagus menzeli</i> | 12 | <i>Fagus engelriana</i> (East-Asia) |
| cf <i>Castanea atavia</i> | 2 | <i>Castanea sativa</i> (southern Europe & North-Afrika) |
| <i>Quercus gigas</i> | 5 | <i>Quercus</i> section <i>Cerris</i> (southern Europe & Asia) |
| <i>Quercus pseudocastanea</i> | 4 | <i>Quercus</i> section <i>Cerris</i> (southern Europe & Asia) |
| <i>Liquidambar europaea</i> | 196 | <i>Liquidambar styraciflua</i> (eastern North America) |
| <i>Parrotia pristina</i> | 28 | <i>Parrotia persica</i> (northern Iran) |
| <i>Cyclocarya cyclocarpa</i> | 1 | <i>Cyclocarya paliurus</i> (central China) |
| <i>Juglans acuminata</i> | 1 | <i>Juglans regia</i> (eastern Europe & northern Asia) |
| <i>Pterocarya paradisiaca</i> | 1 | <i>Pterocarya fraxinifolia</i> (Kaukasus region) |
| <i>Daphnogene polymorpha</i> | 2 | - |
| <i>Laurophyllum cf princeps</i> | 2 | - |
| <i>Laurophyllum pseudoprinceps</i> | 3 | - |
| <i>Magnolia kristinae</i> | 1 | <i>Magnolia sprengeri</i> or <i>Magnolia denudata</i> (China) |
| cf Rosaceae | 1 | - |
| <i>Populus</i> section <i>Leuce</i> | 1 | <i>Populus tremula</i> (Europe) |
| <i>Populus populina</i> | 7 | <i>Populus tremula</i> or <i>Populus alba</i> (Europe and Asia) |
| <i>Salix kicktonii</i> | 1 | - |
| <i>Ulmus carpinoides</i> | 5 | <i>Ulmus americana</i> or <i>Ulmus alata</i> (eastern North America) |
| <i>Ulmus</i> sp. | 1 | - |
| <i>Smilax weberi</i> | 2 | <i>Smilax grandifolia</i> (North America) |
| <i>Monocotylphyllum</i> sp.1 | 126 | - |
| <i>Monocotylphyllum</i> sp.2 | 26 | - |

Table 3: Fossil species compared to modern species

Standortindex

In TABLE 4 the results of the method used by Mai & Walther (1978) are presented. By using the method of the Standortindex the species are divided into 4 ecological vegetationtypes:

group 0: the group of the open water vegetation. (*Salvinia*, *Nymphaceae*).

group 1: the group of the swamp forest. (*Taxodium*, *Nyssa*).

group 2: the group of the valley bottom forest. (*Acer*, *Alnus*, *Liquidambar*, *Salix*, *Populus* and *Ulmus*).

Group 3: the group of the mesophytic forest. (*Betula*, *Juglans*, *Parrotia* and *Magnolia*).

By using the formula of the Standortindex $SI = \sum N_i * S_i / N$, in which N_i = the number of specimens of that species, S_i = the Standortzahl of that species and N = the total number of specimens, a number is provided that enables one to compare between floras that are rich in species or specimens and less rich floras.

The Standortindex of the total flora is 1.60. Floras of comparative age and location have been described by Belz (1992). His Standortindexe found range from 1.99-2.57 in the Inden Formation. The relatively low number found by the present author is caused by the vast presence of *Taxodium dubium* and other river bank or swamp species. This indicates that the flora is of a swamp forest with a certain amount of leaves and seeds added to it from higher localities. The arctotertiary elements outnumber the tropical elements. The tropical being the *Lauraceae* with 3 species and the *Magnoliaceae* with 1 species. The arctotertiary are represented by about 15 species. The tropical element is about 15% (expressed in number of species), 1.5% when expressed in the number of specimens. This indicates a humid, moderate climate with frost in the winterperiod but only for a short period.

| FOSSIL SPECIES | TOTAL | STANDORTINDEX |
|-------------------------------------|-------|---------------|
| <i>Pinus</i> sp. | 19 | 3 |
| <i>Athrotaxis</i> sp. | 2 | 3 |
| <i>Sequoia</i> sp. | 1 | 3 |
| <i>Taiwania paracryptomerioides</i> | 1 | 3 |
| <i>Taxodium dubium</i> | 330 | 1 |
| <i>Acer tricuspidatum</i> | 94 | 2 |
| <i>Acer</i> sp. | 3 | 2 |
| <i>Alnus julianaeformis</i> | 4 | 2 |
| <i>Betula brongniartii</i> | 2 | 3 |
| <i>Betula subpubescens</i> | 1 | 3 |
| <i>Carpinus grandis</i> | 21 | 3 |
| <i>Fagus menzelii</i> | 12 | 3 |
| cf <i>Castanea atavia</i> | 2 | 3 |
| <i>Quercus gigas</i> | 5 | 3 |
| <i>Quercus pseudocastanea</i> | 4 | 3 |
| <i>Liquidambar europaea</i> | 196 | 2 |
| <i>Parrotia pristina</i> | 28 | 3 |
| <i>Cyclocarya cyclocarpa</i> | 1 | 2 |
| <i>Juglans acuminata</i> | 1 | 3 |
| <i>Pterocarya paradisiaca</i> | 1 | 2 |
| <i>Daphnogene polymorpha</i> | 2 | 2-3 |
| <i>Laurophyllum cf princeps</i> | 2 | 2-3 |
| <i>Laurophyllum pseudoprinceps</i> | 3 | 2-3 |
| <i>Magnolia kristinae</i> | 1 | 3 |
| cf Rosaceae | 1 | ? |
| <i>Populus</i> section <i>Leuce</i> | 1 | 2 |
| <i>Populus populina</i> | 7 | 2 |
| <i>Salix kicktonii</i> | 1 | 2 |
| <i>Ulmus carpinoides</i> | 5 | 2 |
| <i>Ulmus</i> sp. | 1 | ?2 |
| <i>Smilax weberi</i> | 2 | ?1 |
| <i>Monocotyllophyllum</i> sp.1 | 126 | 1 |
| <i>Monocotyllophyllum</i> sp.2 | 26 | 1-3 |

Table 4: Standortindexes

Diversity coefficient

The diversity coefficient after Vareschi (1980) modified by Belz (1992) is calculated by assigning values to different leaf forms and leaf sizes. The diversity coefficient (C_d) = $a \cdot f$ in which a = number of species in the flora and f = the number of leaf categories present in the flora. This method does not use the number of the specimens found and in this way it gives a view that is based on the presence or the absence of certain leaf forms and shapes and the number of species it contains. This method was developed for the rain forest but it can be used for fossil floras, unfortunately not much comparable data is available.

Size groups and leaf shapes: (x= present, 0= absent in our flora)

| | | | |
|--|---|---|---|
| Nr. 1: leptophyll (<25mm ²) | 0 | Nr. 10: normal leaf | x |
| Nr. 2: nanophyll (25-225mm ²) | x | Nr. 11: rain forest leaf (parallel margins) | 0 |
| Nr. 3: microphyll (225-2025mm ²) | x | Nr. 12: long leaf (width 10-25% of length) | x |
| Nr. 4: notophyll (2025-4500mm ²) | x | Nr. 13: grassleaf (width > 10% of length) | x |
| Nr. 5: mesophyll (4500-18225mm ²) | x | Nr. 14: small area leaf | x |
| Nr. 6: macrophyll (18225-164020mm ²) | 0 | Nr. 15: needle | x |
| Nr. 7: megaphyll (> 164020mm ²) | 0 | Nr. 16: leaf width > 50% of length | x |
| Nr. 8: smooth margin (only when more than 10% of taxa) | 0 | Nr. 17: compound leaf | 0 |
| Nr. 9: driptip | 0 | Nr. 18: succulent leaf | 0 |
| | | Nr. 19: special shapes | x |

Number of leaves with a smooth margin 22

Number of leaves with toothed margin 394

The diversity coefficient is 308. This is within the range (240-429) found by Belz (1992) for other floras of the Inden Formation. In time there seems to be a decrease in the diversity coefficient of the floras. The floras of

the Kieseloolith Formation contain less species, the Ca has dropped to 100-160.

The leaves of the 7b1-flora can be divided in 3 sizes: microphyll 58%, notophyll 28% and mesophyll 16%. This matches the values found by Belz (1992, abb. 55) for leaves of the same age.

When all these results are combined they indicate that the climate is relatively mild with short periods with frost, but not very cold and sufficient rainfall during the entire year.

Vegetationnumbers

In Table 5 a representation is given of the ecological entities in which the flora is divided by Van der Burgh (1983, 1987 and 1988). In these works the ecosystem is divided in 9 ecological entities, but since plants of open water, heath or peat vegetation were missing, these three ecological entities will not be mentioned in the rest of this paper. The numbers of the vegetations of Van der Burgh have been maintained here for easy comparison. Using the presence and the number of leaves and seeds this is combined into vegetationnumbers (Table 6).

The asterisk indicates that the taxon is restricted to one unit or occurs predominantly in one unit.

| | |
|---|----------------------------------|
| 2 | Streamside herbaceous vegetation |
| 3 | Bottomland wetland vegetation |
| 4 | Forest border vegetation |
| 5 | Floodplain forest |
| 6 | Upland forest |
| 7 | Coniferous forest |

Table 5: Ecological entities used to describe the fossil flora (adapted from Van der Burgh 1983 & 1987)

The vegetationnumbers indicate a predominant wetland vegetation. A second ecological entity would be that of a floodplain forest, followed by an upland forest and a coniferous forest. This sequence can be found in modern nature, when one starts at a river bank and one would move further away from it. The occurrence of leaves of palaeotropical plants in very small numbers and only in bottomland wetland forest and in upland forest are in accordance with this climatic conclusion. Although the vegetation numbers are only present for vegetationtypes with woody plants, they can be compared with those of Van der Burgh (1987). From the collection of these leaf samples in a clay one may derive quiet circumstances in the depositional environment. This is backed up by the strong representation of the near river vegetation units 3 & 5. However, the rather strong representation of unit 6 points to some allochthonous influence. In this respect our flora is better comparable with the carpological flora from sandy river bed deposits which also show a fair distribution over several vegetational units. There is nearly always a moderate to strong representation of upland floras (unit 6) e.g. sample 8295, 8699, 8700, 14139, 14140, 14142 and 14145 (Van Der Burgh, 1988).

The vegetation numbers of our flora together with those of the mentioned carpological floras by block diagrams for easy comparison (fig. 2). Interesting but not all together surprising is the difference in representation of the palaeotropical element between the carpological floras and the leaf compression floras. They indicate a humid seasonal climate with short periods of frost.

ACKNOWLEDGEMENTS

The investigation was carried out under the supervision of Dr. J. Van der Burgh, to whom I owe many thanks and Prof. H. Visscher. The photography was carried out by Mr. H. Elsendoorn. The author would also like to thank Dr. H. Van Konijnenburg-Van Cittert, Drs. W. Kürschner, Mr. U. Rogalla and Drs. F. Wagner for their assistance and discussion of botanical problems. Finally, I would like to thank my wife Mieke for her help and patience with me during the preparation of this article.

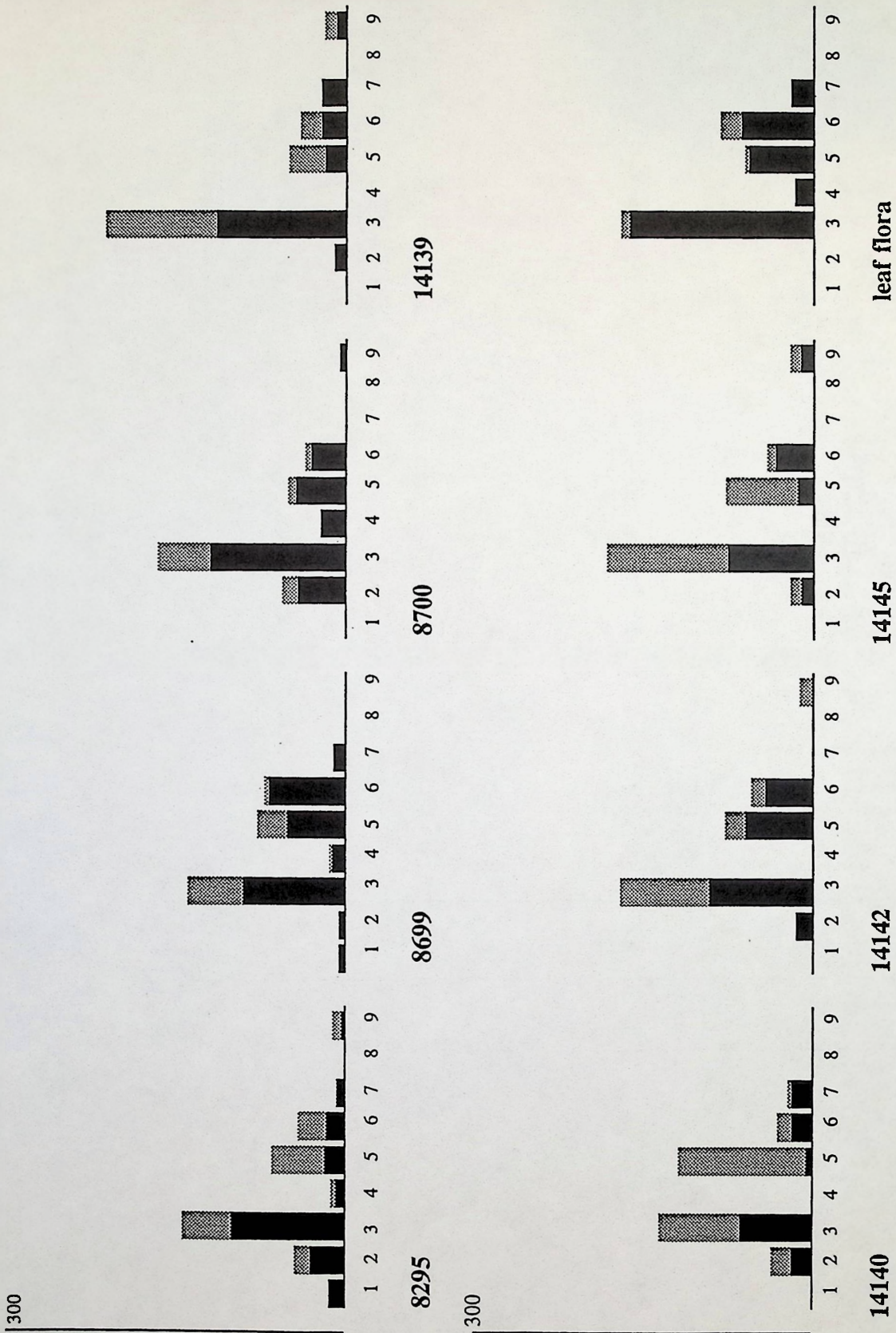




Fig. 2: The 7B1 leaf flora compared to carpological floras,  palaeotropic  arctotertiary

| SPECIES | VEGETATIONAL UNITS | | | | | | |
|---|--------------------|----|---------|-------|--------|--------|-------|
| | Total | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <i>Pinus</i> sp. | 19 | - | - | - | - | - | 19 |
| <i>Athrotaxis</i> sp. | 2* | - | 2* | - | - | - | - |
| <i>Sequoia</i> sp. | 1* | - | 1* | - | - | - | - |
| <i>Taiwania cryptomerioides</i> | 1* | - | - | - | - | - | 1* |
| <i>Taxodium dubium</i> | 330* | - | 330* | - | - | - | - |
| <i>Acer tricuspidatum</i> | 94* | - | 94* | - | - | - | - |
| <i>Acer</i> sp. | 3* | - | 3* | - | - | - | - |
| <i>Alnus</i> sp. | 3* | - | 3* | - | - | - | - |
| <i>Alnus julianaeformis</i> | 4* | - | 4* | - | - | - | - |
| <i>Betula brongniartii</i> | 2 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| <i>Betula subpubescens</i> | 1 | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Carpinus grandis</i> | 21* | - | - | - | 21* | - | - |
| <i>Fagus menzelii</i> | 12* | - | - | - | - | 12* | - |
| cf <i>Castanea atavica</i> | 2* | - | - | - | - | 2* | - |
| <i>Quercus gigas</i> | 5* | - | - | - | - | 5* | - |
| <i>Quercus pseudocastanea</i> | 4* | - | - | - | - | 4* | - |
| <i>Liquidambar europaea</i> | 196 | - | - | - | 196 | 196 | - |
| <i>Parrotia pristina</i> | 28* | - | - | - | - | 28* | - |
| <i>Cyclocarya cyclocarpa</i> | 1* | - | - | - | - | 1* | - |
| <i>Juglans acuminata</i> | 1 | - | - | - | 1 | 1 | - |
| <i>Pterocarya paradisiaca</i> | 1* | - | 1 | - | - | - | - |
| <i>Daphnogene polymorpha</i> | 2 | - | - | - | 2 | 2 | - |
| <i>Laurophyllum</i> cf. <i>princeps</i> | 2* | - | - | - | - | 2* | - |
| <i>Laurophyllum pseudoprinceps</i> | 3* | - | - | - | - | 3* | - |
| <i>Magnolia kristinae</i> | 1* | - | 1* | - | - | - | - |
| cf Rosaceae | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Populus</i> sp. section <i>Leuce</i> | 1* | - | - | - | 1* | - | - |
| <i>Populus populina</i> | 7* | - | - | - | 7* | - | - |
| <i>Salix kikkonii</i> | 1* | - | 1* | - | 1 | - | - |
| <i>Ulmus carpinoides</i> | 5* | - | - | - | 5* | - | - |
| <i>Ulmus</i> sp. | 1* | - | - | - | 1* | - | - |
| <i>Smilax weberi</i> | 2* | - | - | 2* | - | - | - |
| <i>Monocotylophyllum</i> sp. 1 | 126* | - | 126* | - | - | - | - |
| <i>Monocotylophyllum</i> sp. 2 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Σ taxa | 34 | 1 | 14 41% | 4 12% | 12 35% | 14 41% | 5 15% |
| Σ characteristic taxa | 26 | - | 11 42% | 1 4% | 5 19% | 8 31% | 1 4% |
| Σ characteristic diaspores | 661 | - | 566 86% | 2 x | 35 5% | 57 9% | 21 x |
| Vegetation figures | | - | 169 | 16 | 59 | 81 | 19 |

Table 6: vegetation numbers, according to Van Der Burgh (1983 & 1987)

REFERENCES

- Belz, G.,(1992): Systematisch-paläoökologische und paläoklimatologische Analyse von Blattfloren im Mio/Pliozän der Niederrheinischen Bucht. Diss. Tübingen, 179pp.
- Berger, W.,(1952): Die Altpliozäne Flora der Congerien-Schichten von Brunn-Vösendorf bei Wien. - Palaeontographica B, 92: 19-121.
- Buckland, W.,(1836): Geology and mineralogy considered with reference to natural theology. London. (not seen)
- Braun, A.,(1845): Die Tertiärflora von Öhningen. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie: 164-173.
- Brongniart, A.,(1822): Sur le classification et la distribution des végétaux fossiles en général, et sur ceux des terrains de sédiment supérieur en particulier. Mémoires de la musée d'histoire naturelle, 8: 203-240 & 297-347.
- Bronn, H.G.,(1838): Lethaea geognostica. Stuttgart. (not seen).
- Burgh, J. van der,(1983): Allochthonous seed and fruit floras from the Pliocene of the lower Rhenish basin. Rev. Palaeobot. Palynol., 40: 33-90.
- , (1987): Miocene floras in the lower Rhenish basin and their ecological interpretation. Rev. Palaeobot. Palynol., 52: 299-366.
- , (1988): Some local floras in the Lower Rhenish Basin and their ecological interpretation. Tertiary Res. 9: 181-212.
- Bůzek, C.,(1971): Tertiary Flora from the Northern Part of the Pettipsy Area (North-Bohemian Basin). Vyd. ustr. Ust. geol., 36: 118pp.
- Christensen, E.,(1976): The Soby Flora: 2. Geol. Surv. Denmark, II, 108: 1-49.
- Dilcher, D.,(1974): Approaches to the Identification of Angiosperm Leaf Remains. Bot. Rev., 40, 157 pp.
- Ettinghausen, C. von,(1851): Die Tertiär-Floren der Oesterreichischen Monarchie, 1. Abhandlungen der kaiserlich königlichen geologischen Reichsanstalt, 2: 151-306.
- Ferguson, D.K.,(1971): The Miocene flora of Kreuzau. Verhandelingen Koninklijke Nederlandse Akademie Wetenschappen, afd. Natuurkunde., 297pp.
- Fowells, H.A.,(1965): Sylvics of Forest Trees of the United States. Agriculture Handbook No. 271. Forest Service U.S. Department of Agriculture., 762pp.
- Gaussen, H.,(1967): Les Gymnospermes actuelles et fossiles, 9 (Les Taxodiaceés), 1-64.
- Goepfert, H.R.,(1852): Beiträge zur Tertiärflora Schlesiens. Palaeontographica, 2: 260-282.
- , (1855): Die tertiäre Flora von Schosnitz in Schlesien, 52pp. Görlitz.
- Heer, O.,(1855): Die Tertiäre Flora der Schweiz. Teil 1., 117pp. Wintherthur.
- , (1856): Die Tertiäre Flora der Schweiz. Teil 2., 110pp. Wintherthur.
- Hummel, A.,(1991): The Pliocene leaf flora from Ruszow near Zary in Lower Silesia, South-west Poland. Part 2. Acta. Palaeobot., 31: 73-151.
- Iconographia Cormophytorum Sinicorum (1980): Tomus 1.
- Ilijinskaja, I. A.,(1962): Tortonskaja flora Svosovice i pliocennovyie flory Zakarpatja. Paleobotanika, 5: 115-144.
- Ilijinskaja, I.A. in Takhtajan, A.L.,(1982): Iskopaemye cvetkovye rastenija SSR 2, Nauka Leningrad: 7-16.
- Kerp, H.,(1990): The Study of Fossil Gymnosperms by Means of Cuticular Analysis. Palaios, 5: 548-569.
- Kilpper, K.,(1968): Koniferen aus den Tertiären Deckschichten des Niederrheinischen Hauptflözes, 3. Taxodiaceae und Cupressaceae. Palaeontographica B., 24:106-111.
- Knobloch, E., & Kvacek, Z.,(1976): Miozäne Blätterfloren der Böhmisches Massen. Edice Rozpravy Ustredniho ustavu geologickeho, 42, 131pp.
- Kovar-Eder, J.,(1988): Obermiozäne Floren aus der Molassezone Österreichs. Beitr. z. Paläontologie Österreich, 14: 19-121.
- Kristhofovich, A. N.,(1966): Selected works. Vol. 3., 452pp.
- Kvacek, Z. & Walther, H.,(1991): Revision der mitteleuropäischen tertiären Fagaceen nach blattepidermalen Charakteristiken. Feddes Repertorium, 102: 471-534.
- Mai, D.H. & Walther, H.,(1978): Die Floren der Haselbacher Serie im Weissester-Becken. Abhandlungen des Staatliches Museum für Mineralogie und Geologie zu Dresden, 28: 200pp.
- , (1988): Die Pliozänen Floren des Weissester-Beckens und seiner Randgebiete. Quartärpal., 7: 55-297.
- , (1991): Die Oligozänen und Untermiozänen Floren Nordwest-Sachsens und des Bitterfelder Raumes. Staatliches Museum für Mineralogie und Geologie zu Dresden, 38: 230pp.
- Pokorny, J.,(1972): Bomen van Europa. 186pp. Amsterdam.
- Probst, E.,(1990): Deutschland in der Urzeit. 479pp. München.

- Sternberg, K. von, (1823):** Versuch einer geognostisch botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt 1. Teil 3. Leipzig. Pragh. (not seen)
- Stur, D., (1867):** Beiträge zur Kenntnis der Flora der Süßwasserquarze, der Congerien- und Cerithienschichten im Wiener und Ungarischen Becken. Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt, 17: 77-188.
- Unger, F., (1850):** Genera et species plantarum fossilium: 627 pp. Wien.
- , (1851):** Die fossile Flora von Sotzka. Denkschr. Akad. Wiss., math.-naturw. CL., 2:131-197.
- Vareschi, V., (1980):** Vegetationsökologie der Tropen, 293 pp. Stuttgart.
- Walther, H., (1964):** Paläobotanische Untersuchungen im Tertiär von Seifhennersdorf. Staatliches Museum für Mineralogie und Geologie zu Dresden.: 1-132.
- , (1972):** Studien über tertiäre *Acer* Mitteleuropas. Abh. Staatliches Museum für Mineralogie und Geologie zu Dresden, 19, 309pp.
- Walther, H., & Zastawniak, E., (1991):** Fagaceae from Sosnica and Malczyce (near Wroclaw, Poland). A revision of original material by Goeppert 1852 and 1855. Acta Palaeobot., 31: 153-199.
- Wessel, P., (1855):** Neuer Beitrag zur Tertiärflora der niederrheinischen Braunkohlenformation. Palaeontographica, 2: 117-285.
- Weyland, H., (1934):** Beiträge zur Kenntnis der rheinischen Tertiärflora. Abhandlungen der preussischen geologischen Landesanstalt, 161: 1-122.
- Weyland, H., & Kilpper K., (1963):** Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter 6. Palaeontographica B. 113:, 93-116.

PLATES

All the figured specimens from Layer 7B1 from Hambach are stored at the Laboratory of Palaeobotany and Palynology in Utrecht under the special numbers.

Neue Pflanzenfossilien aus dem niederrheinischen Tertiär X.

Ein Massenvorkommen von *Equisetum limosellum* HEER 1855

sensu novo im Tegelen (oberstes Pliozän)

des Tagebaues Hambach bei Niederzier

von R. BUTZMANN

Zusammenfassung: Es wird ein Massenvorkommen von *Equisetum limosellum* HEER sensu novo aus dem obersten Tegelen (Pliozän des Tagebaues Hambach bei Düren (Rheinbraun AG, Köln) beschrieben.

Summary: The abundant occurrence of *Equisetum limosellum* HEER sensu novo is described from the uppermost Pliocene (Tiglium) of open cast mine Hambach near Düren (Rheinbraun AG, Köln). The accompanying flora allows ecological and climatological reconstructions of this unique biotope.

Inhalt:

1. Einleitung
2. Das fossile Vorkommen
- 2.1. Geologie und Fundumstände
- 2.2. *Equisetum limosellum* HEER 1855 sensu novo
- 2.2.1. Synonymieliste
- 2.2.2. Nomenklatur und Taxonomie
- 2.3. Fossile Begleitflora
- 2.4. Rezente Vergleichsart
- 2.5. Paläoökologie und Klimatologie
3. Danksagung
4. Literatur
5. Tafelerklärungen

1. Einleitung

Fossile Funde von Equisetaceen sind bemerkenswerterweise ziemlich selten (KIRCHHEIMER 1937), bekannt sind nur unbedeutende kleine Reste. Im Verhältnis zur weltweiten Verbreitung der Equisetaceen von der Trias bis zur Jetztzeit ist die Anzahl der beschriebenen Reste vor allem aus dem Tertiär verhältnismäßig gering.

Der einzige Hinweis auf ein derartig massenhaftes Vorkommen von Equisetaceen, wie im vorliegenden Falle, geht auf eine Bemerkung SCHEUCHZER's aus dem Jahre 1709 zurück. SCHEUCHZER beschrieb eine Kohle aus Käpfnach, Kanton Zürich (ob. Torton) als Zusammenhäufung von verkohlten, parallel laufenden von einer Linie (2 mm) bis zu einem Zoll (2-3 cm) dicke übereinanderliegende nadelartiger Körper, welche wie die Blätter des Pferdeschwanzes (*Equisetum*) aussehen.

Adresse des Autors:

Rainer Butzmann, Fuggerstraße 8, D-81373 München

Mitglied der Paläobotanisch-biostratigraphischen Arbeitsgruppe, Günzburg

2. Das fossile Vorkommen

2.1. Geologie und Fundumstände

Im Tagebau Hambach bei Niederzier wurden seit Jahren Aufsammlungen in diversen Schichten vorgenommen, wobei besonderes Augenmerk auf die obersten Schichtglieder, das „Tegelen“ gelegt wurde. Vor allem die Jahre 1994/95 erbrachten bei Exkursionen mit H.-J. GREGOR eine reiche Ausbeute an Fossilien, darunter dominant die Schachtelhalmreste.

Das Material stammt aus einer grauen bis gelben schluffigen Tonschicht, unterhalb einer Kohletonschicht mit häufig vorhandenen Rhizomen von *Osmunda* u.a. Fossilien.

Zur stratigrafischen Problematik des Tegelen im Revier und auf erste Fossilfunde verweise ich auf die Arbeit von KNOBLOCH, KVACEK & GREGOR (1992).

Beschrieben wird hier also das massenhafte Vorkommen von Equisetaceen (Taf. 6, Fig. 1), bestehend aus Rhizomen und Sproßstücken mit mehreren Nodien und Blattscheiden. Erhalten sind zarte Blattwirtel mit Nodien (Taf. 7, Fig. 2), Diaphragmen (Taf. 7, Fig. 3, 6, 7), aber keine sporentragenden Triebe. Die Sproßstücke sind größtenteils in einer Richtung eingebettet (Taf. 6, Fig. 1). Es liegt wohl eine autochthone Einlagerung vor, sogar senkrecht stehende Sproßstücke wurden in den Tonschichten gefunden (Taf. 7, Fig. 2).

Die Fundschicht war trotz intensiver Bergbautätigkeit über zwei Jahre lang zu verfolgen.

2.2. *Equisetum limosellum* HEER 1855 sensu novo

Abteilung: Pteridophyta

Klasse: Articulata

5. Reihe: Equisetales

Familie: Equisetaceae

Gattung: *Equisetum* L.

Basionym und Holotypus:

1855 *Equisetum limosellum* HEER - Flora Tertiaria Helvetiae, I: 44, Taf. XIV, Fig. 9 (vgl. auch III: 157, Taf. CXLV: Fig. 20-27, 30.

Aufbewahrung in der Sammlung der ETH Zürich

Locus typicus: Oeningen (heute Öhningen) am Bodensee, oberer Bruch, Kesselstein.

Stratum typicum: Plattenkalke, Kalkmergel, Badenium, mittl. Miozän.

Beschreibung und Neu-Interpretation: (vgl. Rekonstruktionszeichnungen des Autors in Abb. 1 a-c).

Die Internodien sind 5-10 cm lang und 4-8 mm breit mit 10-15 deutlich seichten, ungefurchten parallelen Längsstreifen (Taf. 7, Fig. 4). Nodien der Rhizome sowie Sproßglieder sind gekennzeichnet für die Art durch starke, durchgängige, nicht gekerbte glatte Querstreifen (Taf. 7, Fig. 1, 8). Die Scheiden sind nach oben (Taf. 7, Fig. 4, 5) etwas erweitert, die Blattscheiden liegen nicht am Sproß an (Taf. 7, Fig. 4, 5 und Rekonstruktionszeichnung Abb. 1 a).

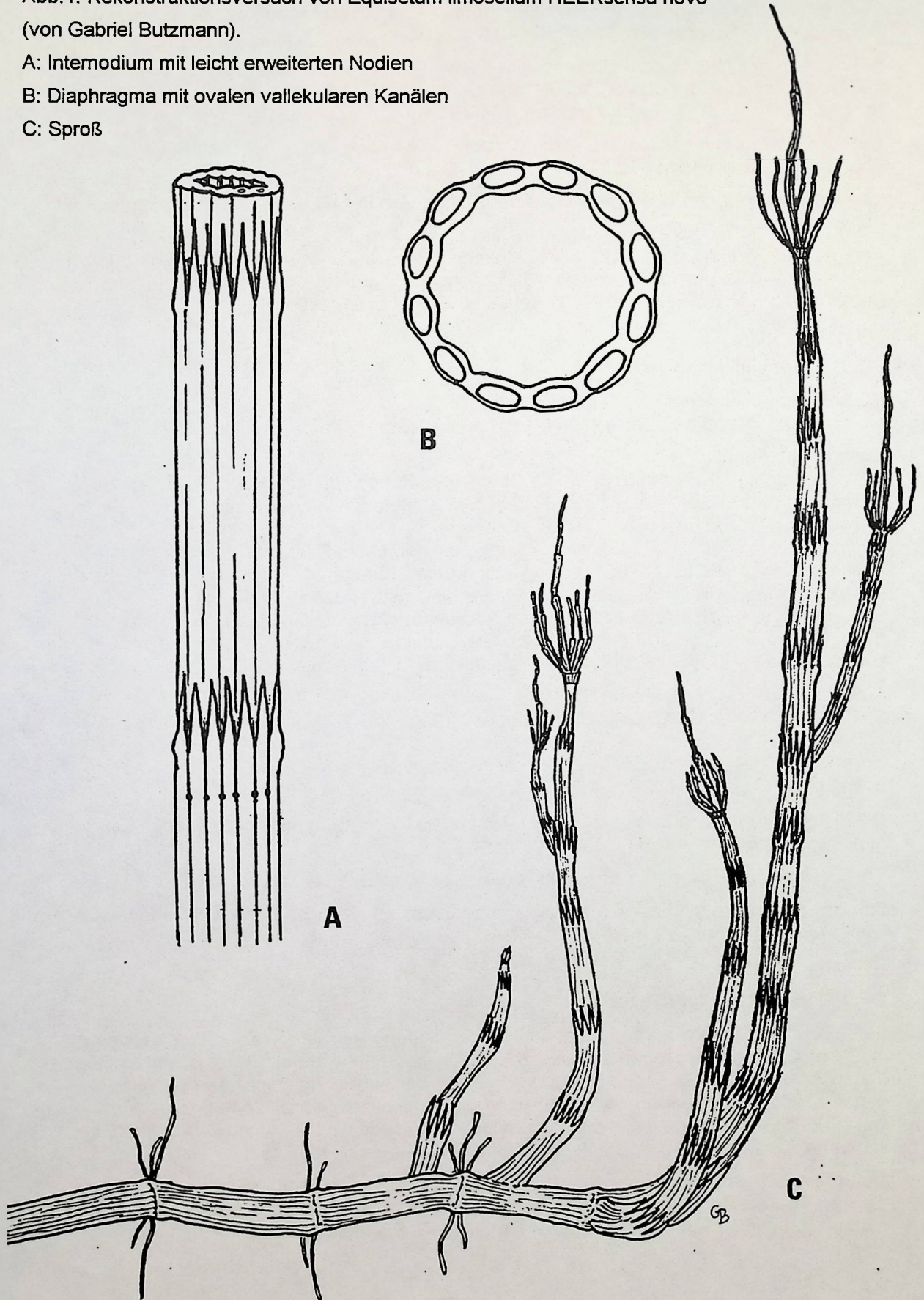
Man erkennt 8-12 Zähne, welche gerade, spitz und ungerollt zulaufen, nicht vom Sproß abgefallen sind. Blattwirtel sind bei *Equisetum limosellum* HEER selten und nur am oberen Sproßende spärlich ausgebildet (Taf. 7, Fig. 2 sowie Abb. 1 c). Von Diaphragmen liegen mehrere vor. Nach der Ausbildung der Sprosse sind die Carinae (Rippen) konkav ohne

Abb.1: Rekonstruktionsversuch von *Equisetum limosellum* HEERsenu novo
(von Gabriel Butzmann).

A: Internodium mit leicht erweiterten Nodien

B: Diaphragma mit ovalen vallekularen Kanälen

C: Sproß



Valleculae (Rippen und Gruben), vergleichbar denen *Equisetum limosum*. Sichtbar sind 10-20 ovale vallekulare Kanäle. Vereinzelt findet man zentral verlaufende dünne Strukturen im Innenraum der Diaphragmen (Taf. 7, Fig. 3, 6, 7, sowie Abb. 1 b).

Bei *Equisetum Braunii* sind die Blattscheiden nicht spitz zulaufend, sondern oben gerundet. Die Nodien sind gekerbt durch abgefallene Scheideblätter. *Equisetum tunicum* HEER unterscheidet sich vom *Equisetum limosellum* HEER durch gespaltene Blattscheidenblätter.

Die Art *Equisetum limosum* rezent sowie subfossil ist noch zarter und kleiner und besitzt über die ganze Sproßlänge Blattwirtel.

Weitere Erwähnungen von *Equisetum*-Arten finden sich in MAI 1995, die aber nicht weiter verwendet werden.

Belegstücke: Sammlung BUTZMANN, München, Inv.-Nr. qH 93, qH 94, qH 94001-qH 94014, qH 94050, gesammelt auf den Exkursionen (Gregor 1994-1995) auf Sohle 1 im Tagebau Hambach, in Schicht H-HM-7/T sensu GREGOR et al. (1996).

2.2.1. Synonymieliste

Bekannt sind im jüngeren Tertiär und älteren Quartär folgende Fundstellen, die diverse Arten von Schachtelhalmen erbrachten (Autorennamen siehe Literaturverzeichnis):

Europäische Fundstellen:

| | | |
|--------------------------|--------------------|---|
| <i>E. limosellum</i> | - HEER 1855 | Oehningen, Badenium und Pleistozän |
| <i>E. limosum</i> | - HEER 1865 | Dürnten, Kanton Zürich, Pleistozän |
| <i>E. limosellum</i> | - HEER 1865 | Käpfnach, Kanton Zürich, ob. Pontium |
| <i>E. limosellum</i> | - PROBST 1864 | Heggbach, Biberach, Badenium |
| <i>E. limosellum</i> | - SCHEID 1929 | Dettighausen, Klettgau, Badenium |
| <i>E. cf. limosellum</i> | - KIRCHHEIMER 1930 | Erpolzheim, mittl. Pliozän |
| <i>E. parlatorii</i> | - KNOBLOCH 1969 | Moravska Nova, Ves, Mähren, ob. Pannonium |
| <i>E. Braunii</i> | - ZASTAWNIAK 1980 | Chielnik, Südpolen, Badenium |

Außereuropäische Fundstellen:

| | | |
|----------------------|--------------------|---|
| <i>E. limosum</i> | - KNOWLTON 1898 | Green Creek, Ottawa River, Kanada, Pleistozän |
| <i>E. limosum</i> | - KNOWLTON 1899 | Yellowstone Park, USA, Pliozän |
| <i>E. limosellum</i> | - SMITHOSON. INST. | Yellowstone Park, USA, Pliozän |

Die folgende Abbildung 2 zeigt die Tafel CXLV (aus HEER 1859) mit verschiedenen *Equisetum*-Arten:

E. laharpii, *E. limosellum*, *E. braunii*, *E. limoselloides*, *E. tridentatum*.

Für unsere Zwecke sind nur die Nr. 20-27 und 30 zum Vergleich in Frage, also die Art *E. limosellum*.

2.2.2. Nomenklatur und Taxonomie

Es besteht kein Zweifel an der Zugehörigkeit zur Gattung *Equisetum*. Nach den Merkmalen muß sie zu der Art *Equisetum limosellum* HEER zugeordnet werden. Zu anderen beschriebenen Arten besteht keinerlei Beziehung, wegen der Größenunterschiede der Sproßglieder, Ausbildung der Blattwirtel und Blattscheiden. *Equisetum limosellum* hat große Ähnlichkeit mit der Form des rezenten bzw. subfossilen *Equisetum limosum*, aber es besteht, wie immer bei fossilen Formen, nicht der geringste Beweis für eine Identität.

Mehrere Arten von Equisetaceen werden aus dem nordamerikanischen Tertiär beschrieben, die diagnostisch mit *Equisetum limosellum* nicht analog sind. Erwähnenswert ist eine Ausnahme: im Smithsonian Institute in Washington ist ein Fundstück aus dem Pliozän



1. 3. *Pteris inaequalis*. 4. *Pteris parschlugjana*. 5. 6. *Pteris oeningensis*. 7. *Adiantum tertiarium*. 8. *Asplenium Ungerii*. 9. *Chromolaena oviformis*. 10. *Acrostichum Silvestrii*. 11. *Polypodium Schrotzbörjense*. 12. *Lygodium acutangulum*. 13. 14. *Salvinia formosa*. 16. *Salvinia reticulata*. 17. 18. *Physogonia Parlatorii*. 19. *Equisetum lacharpii*. 20. 27. 30. *Equisetum limosellum*. 28. 29. *Equisetum Braunii*. 31. *Equisetum luoselloides*. 32. 34. *Equisetum tridentatum*. 35. *Pillularia pedunculata*.

des Yellowstone Parks aufbewahrt, das gewisse Ähnlichkeiten mit unserem Fund zeigt. Bei der Bearbeitung von *Equisetum limosellum* HEER ließ ich mich von der Überzeugung leiten, daß sich nur eine taxonomisch gut begrenzte Art zu ökologischen, phytogeographischen und stratigraphischen Erwägungen mit Erfolg heranziehen läßt. In der Synonymieliste wurden nur morphologisch ähnliche Funde der entsprechenden Arten berücksichtigt. Es ist nicht angestrebt, eine Vollständigkeit bisher beschriebener, nicht zutreffender Arten zu geben (vgl. auch MAI 1995).

Equisetum limosum wird erst ab interglazialer und postglazialer Ablagerungen als subfossil beschrieben (JONGMANS 1922). Das beschriebene *Equisetum limosellum* HEER kommt aus dem oberen Pliozän, weshalb ich es nicht als subfossile Art *Equisetum limosum* HEER beschreiben will.

Aus der Florenliste (siehe Kap. 2.3.) ergibt sich, daß *Equisetum limosellum* als Tertiärrelikt zu bezeichnen ist.

2.3. Fossile Begleitflora

Als Begleitflora konnte aus dem gleichen Schichtglied durch Schlämmen (nach Florenliste SCHMITT in GREGOR et al. 1996) folgende Flora gefunden werden:

Früchte und Samen:

| | |
|-------------------------------------|------------------|
| <i>Carex</i> sp. verschiedene Arten | ca. 60 Exemplare |
| <i>Hippuris</i> sp. | 3 Exemplare |
| <i>Menyanthes trifoliata</i> | 4 Exemplare |
| <i>Proserpinaca reticulata</i> | 16 Exemplare |
| <i>Potamogeton</i> sp. | 1 Exemplar |
| <i>Scirpus lacustris</i> | 3 Exemplare |
| <i>Sparganium ramosum</i> | 1 Exemplar |
| Umbelliferae gen. indet. | 1 Exemplar |

Florenliste der Schicht HA - HM -7/T (oberstes Tegelen, Schicht 13):

B = Blätter, D = Diasporen

Häufigkeit: I = 1 Exemplar, 0 = 2-10 Exemplare, 00 = 11-100 Exemplare

| | | |
|--------------------------|------|----|
| <i>Alnus</i> sp. | D | 0 |
| <i>Betula henningii</i> | B | 00 |
| <i>Carpinus</i> sp. | B | 0 |
| <i>Salix</i> sp. | B | 0 |
| cf. <i>Dryopsida</i> sp. | B | 00 |
| <i>Potamogeton</i> | B | 00 |
| <i>Euryale</i> sp. | D | I |
| <i>Fraxinus</i> sp. | B | I |
| <i>Quercus</i> sp. | B | I |
| Juglandaceae gen. indet. | B | 00 |
| <i>Polyporus</i> sp. | Pilz | I |

Weitere Ergebnisse zur Abfolge und zum Profil vgl. GREGOR et al. (Documenta naturae, 104, Bd. 2, 1996).

2.4. Rezente Vergleichsart

Nach gründlicher Beurteilung des fossilen Materials kann die rezente Art *Equisetum limosum* (Sect. *Equisetum*) als nächste verwandte Art herangezogen werden. Die Sproßglieder sind 30-50 cm lang und 4-8 mm breit. Die Scheideblätter sind wie bei der fossilen Art ausgebildet. Die Art ist in ganz Europa verbreitet und in Asien bis 69° n. Br.

2.5. Paläoökologie und Klimatologie

Stehendes bis langsam fließendes Süßwasser mit Altwasserarmen bot dieser Art Entfaltungsmöglichkeit. Vergesellschaftet mit Röhricht (Phragmites), stand die Pflanze dicht am Wasserspiegel mit alljährlich periodisch wiederkehrenden Überschwemmungen. Die Grundfläche wurde durch Überflutung oft verschüttet und uns in dieser heute erhaltenen semi-autochthonen Taphozänose überliefert.

Die Vergesellschaftung mit Riedgräsern, Bitterklee, Laichkraut, Segge, Igelkolben und Tannenwedel deutet ebenfalls verlandende ufernahe Bedingungen mit offenen Wasserflächen im Hintergrund an.

Im Vorland wuchsen Erlen, Birken, Farn, Eschen, Eichen und Hainbuche, vergleichbar mit den rezenten Gegebenheiten ähnlicher Biotope im Auewaldbereich.

SCHUBERT & GREGOR (1994) führen zum Klima aus: „Durch den Vergleich der Vegetation der Tonschichten des Oberpliozäns kann auf ein gemäßigtes Klima rückgeschlossen werden, das nur geringfügig vom heute in Mitteleuropa vorherrschenden Klima abweicht. Die Pflanzenwelt des Tegelen zeigt z.T. Übereinstimmung mit der rezenten Vegetation beispielsweise des Oberrheingrabens, z.T. mit Vegetationseinheiten in China und SE-Nordamerika“.

Die Art *Equisetum limosellum* ist vermutlich im Zusammenhang mit den Veränderungen der im Anschluß an das Pliozän folgenden Eiszeit ausgestorben.

3. Danksagung

Das Zustandekommen dieser Arbeit verdanke ich besonders Herrn Ch. MAYR. Herrn H. SCHMITT danke ich für die gemachten Schlammproben und Herrn T. FISCHER für seine Dienste am Computer und die Bereitstellung zweier Mikroaufnahmen. Mein besonderer Dank gilt der Firma Rheinbraun AG, vertreten durch Herrn Dr. WUTZLER, sowie Herrn Dr. GREGOR für die Durchführung der Exkursionen. Herr Dr. von APPEN übersetzte mir die russischen Texte. Mein Sohn Gabriel Butzmann übernahm dankenswerterweise die Rekonstruktionszeichnungen

4. Literatur

- BOUREAU, E. & DOUBINGER, J. (1975): *Traité de Paléobotanique*, Tome VI, Pteridophylla, S. 424-445. – Paris.
- ETTINGSHAUSEN, C. (1867-1868): *Fossile Flora des Tertiären Beckens von Bilin*. – Wien.
- GREGOR, H.-J. & BUTZMANN, R. & FISCHER, T. & MAYR, Ch. & PINGEN, M. & SCHMITT, H. (1996): *Die neogene Makroflora-Abfolge im Tagebau Hambach der Rheinbraun AG Köln*. – *Documenta naturae*, **104**, Bd. 2 ; München (im Druck).
- HANTKE, R. (1991): *Landschaftsgeschichte*. – Thun.
- HEER, O. (1855-1859): *Flora tertiaria Helvetiae*. – Winterthur.
- HEER, O. (1865): *Die Urwelt der Schweiz*, S. 497 ff. – Winterthur.
- ILJINSKAJA, I. A. (1968): *Neogenovye flory Zakarpatskoj oblasti Ukr. SSR*. – Bot. Inst. Komarov; Leningrad.
- JONGMANS, W. J. (1922): *Fossilium Catalogus*, II., 9, VI: S. 550-589.
- KIRCHHEIMER, F. (1937): *Grundzüge einer Pflanzenkunde der deutschen Braunkohle*. – Halle.
- KNOBLOCH, E. (1969): *Tertiäre Floren von Mähren*, S. 59-60. – Brünn

- KNOBLOCH, E. & KVACEK, Z. & GREGOR, H.-J. (1991): Neue Pflanzenfossilien aus dem niederrheinischen Tertiär VII: Pliozäne Blätter und Früchte aus dem Tagebau Hambach. – *Documenta naturae*, **70**: 36-53, Taf. 1-4; München.
- KNOWLTON, F. H. (1898): *Catalogue of Cretaceous and Tertiary Plants of North America*. – Bull. U.S. Geol. Survey, **152**. – Washington.
- KNOWLTON, F. H. (1899): *Geology of the Yellowstone National Parc.* – U. S. Geol. Survey XXXII (1899), Monogr. 32 (1899), Part II, S. 893; Washington
- LETSCHE, E. (1899): *Die Schweizerische Molasse. Kohlen östlich der Reuss.* – Beiträge zur Geologie der Schweiz. – Geotekt. Ser. 1. Lieferung. – Zürich.
- LOTSY, J. P. (1909): *Vorträge über Botanische Stammesgeschichte*, 2. Band. – Jena.
- MAI, D. H. (1995): *Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas*. – G. Fischer Verlag, Jena.
- NEMEJC, F. (1963): *Paléobotanik II.* – Prag.
- PROBST, J. (1884): *Beschreibung der fossilen Pflanzenreste aus der Molasse von Heggbach, Biberach und einigen anderen oberschwäbischen Localitäten.* – Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, S. 267; Stuttgart.
- RASBACH, K. & WILMANN, O. (1976): *Die Farnpflanzen Zentraleuropas*. – Stuttgart.
- SCHEID, W. (1929): *Schachtelhalme aus dem miozänen Sandstein von Dettighofen.* – Bad. Geol. Landesamt, **10**.
- SCHIMPER, W. P. (1869-74): *Traité de paléontologie végétale*, 1-3 et atlas, Bd. 1, S. 259-280, Taf. 7 im Atlas. – Paris.
- SCHUBERT, R. & GREGOR, H.-J. (1994): *Jungtertiäre Käferreste aus dem Tagebau Hambach (Niederrheinische Braunkohle).* – *Documenta naturae*, **89**: 31-33, Taf. 1; München.
- STRASBURGER, E. (1991): *Lehrbuch der Botanik*. – Stuttgart.
- ZASTAWNIAK, E. (1980): *Sarmatian leaf flora from the southern margin of the Holy Cross Mts.* – *Prace Muzeum Ziemi*, **33**: 43; Warschau.

5. Tafelerklärungen (zu 6,7)

Alle Materialien der Tafeln stammen aus dem obersten Tegelen (Schicht 12 B ?, 13) des Tagebaues Hambach bei Niederzier (Köln, Rheinbraun AG), aus der Coll. BUTZMANN mit den erwähnten Inv.-Nr.

Neue Pflanzenfossilien aus dem niederrheinischen Tertiär XI
Erstnachweis von *Eurya boveyana* CHANDLER, *Itea europaea* MAI
und *Phyllanthus securinegaeformis* MAI aus den obermiozänen
Inden-Schichten von Hambach

von Maria PINGEN

Zusammenfassung: Aus dem Obermiozän des Tagebaus Hambach b. Düren werden drei Arten von Früchten und Samen vorgestellt, die bisher aus dem Rheinland nicht bekannt waren: *Eurya boveyana* CHANDLER (Theaceae), *Itea europaea* MAI (Iteaceae) und *Phyllanthus securinegaeformis* MAI (Euphorbiaceae).

Summary: Three species of diaspores are presented which are new to the Lower Rhenish Embayment : *Eurya boveyana* CHANDLER (Theaceae), *Itea europaea* MAI (Iteaceae), and *Phyllanthus securinegaeformis* MAI (Euphorbiaceae). They occur in Upper Miocene strata of Hambach near Düren (Germany).

Inhalt

1. Einleitung
2. Geologie und Fundumstände
3. Systematischer Teil
 - 3.1 Theaceae
 - 3.2 Iteaceae
 - 3.3 Euphorbiaceae
4. Danksagung
5. Literatur
6. Tafelerklärungen

1. Einleitung

Im Jahre 1971 eröffnete Karl KILPPER eine Reihe von Artikeln, die sich mit einzelnen Arten aus verschiedenen Floren beschäftigen sollte, deren Gesamtbearbeitung längere Zeit in Anspruch nehmen würde. Die Reihe war dazu gedacht, „in lockerer Folge ... solche Arten oder Floren (zu beschreiben), die zum ersten Mal entweder in diesem Gebiet oder überhaupt gefunden wurden“. Die Reihe wurde von verschiedenen Autoren fortgesetzt (Auflistung in GREGOR 1994) und soll hier weitergeführt werden, um einige Fruktifikationen aus dem Tagebau Hambach bei Düren vorzustellen, die aus dem Rheinland bisher noch nicht bekannt sind, wohl aber aus anderen Gebieten: *Eurya boveyana* CHANDLER, *Itea europaea* MAI und *Phyllanthus securinegaeformis* MAI.

Adresse der Autorin: Maria Pingen, In den Heuen 20, D-52393 Hürtgenwald
Mitglied der Paläobotanisch-biostratigraphischen Arbeitsgruppe, Günstzburg

2. Geologie und Fundumstände

Der Tagebau Hambach liegt am Nordwestrand der Erftscholle, der mittleren der 3 tektonischen Einheiten in der südlichen Niederrheinischen Bucht. Im Tagebau sind Schichten vom Mittelmiozän bis zum Pleistozän aufgeschlossen, die vorwiegend terrestrischen Ursprungs sind. Sie enthalten eine Fülle von fossilen Floren, die nur zu einem geringen Teil beschrieben und ausgewertet wurden. Die Einteilung der Schichten folgt dem lithostratigraphischen System von SCHNEIDER & THIELE (1965), das in modifizierter Form auch auf den Tagebau Hambach angewendet wird (vgl. WUTZLER 1990 und GREGOR 1994). Die oben genannten drei Arten entstammen einer allochthonen, stark verunreinigten Kohle an der Basis der 4. Sohle, Station 250 SE, über einem Ton. Proben wurden 1993, 1994, 1995 und 1996 genommen. Vermutlich handelt es sich um einen Bereich von geringer Ausdehnung, möglicherweise ein Vorstadium der Flözbildung.

Das kleine „Flöz“ wird den Inden-Schichten (Obermiozän) zugerechnet. Entgegen der früheren Angabe, daß das „Flöz“ dem Horizont 7F (= oberstes Obermiozän = Äquivalent zu Flöz Schophoven) zuzurechnen ist (PINGEN 1994), ist es wahrscheinlicher, daß es im Be-

reich des Horizonts 7D (Äquivalent zu Flöz Kirchberg?), also tiefer liegt. Es fällt auf, daß einerseits viele bekannte Elemente vorkommen (z.B. *Cercidiphyllum*, *Glyptostrobus*, *Liquidambar*, *Magnolia*, *Nyssa*, *Taxodium*), aber auch einige, die im Obermiozän kaum noch zu erwarten sind. Zu den letztgenannten gehört *Athrotaxis couttsiae* (HEER) GARDNER. Sie konnte damit aus dem Gebiet erstmals mit Sicherheit nachgewiesen werden (PINGEN 1994). In den verschiedenen Proben fanden sich tausende von Samen und sehr viele Zapfen und Zapfenreste. Die Art ist mit Anteilen von 50 bis 85 % der Fruktifikation das beherrschende Element.

Zu den in so jungen Schichten nicht mehr erwarteten Arten gehört auch die unten näher beschriebene *Eurya boveyana*.

Eine vorläufige Liste der Karpofossilien findet sich bei PINGEN (1994: 26), eine ergänzte Liste in GREGOR et al. (1996).

3. Systematischer Teil

3.1 Theaceae

Eurya THUNBERG

Eurya boveyana (CHANDLER) MAI

Taf. 8, Fig. 1-3

1957 - *Myrtospermum boveyanum* n. sp., CHANDLER, S. 112, Taf. 16, Fig. 160-168

1971 - *Eurya boveyana* (CHANDLER) comb. nov., MAI, S. 330, Taf. XXXV, Fig. 33

1978 - *Eurya boveyana* (CHANDLER) MAI in MAI & WALTHER, S. 81, Taf. 33, Fig. 4-8

Beschreibung: Kleine rundliche Samen von 1,4-2,1 mm Durchmesser, flach, meist zusammengedrückt. Testa sehr dünn, Testagraben um 0,05 mm im Querschnitt. Glänzende Oberfläche.

Rezente Vergleichsform: MAI hat sich (1971) ausführlich mit der Gattung *Eurya* beschäftigt, konnte aber für einige fossile Arten keine Vergleichsform finden, u.a. auch nicht für *E. boveyana*. Eigene Untersuchungen wurden bisher nicht angestellt.

Bemerkungen: Die größte Zahl der Samen ist aufgrund der dünnen Testa zusammengedrückt (Taf. 8, Fig. 3). Einige Exemplare sind körperlich erhalten (Tf. 8, Fig. 1). Die Maße der niederrheinischen Samen liegen im oberen Bereich der Beschreibung bei MAI (1971) und MAI & WALTHER (1978). Die Art erscheint in den einzelnen Proben meist nur in wenigen Exemplaren, in einer Probe jedoch mit 3,3 %. In seiner Arbeit über fossile Lauraceae und Theaceae konnte MAI (1971) für die vorliegende Art keine rezente Vergleichsform be-

nennen. Eigene Untersuchungen zur Lösung dieser Frage konnten noch nicht angestellt werden.

Eine weitere Art der Gattung, *Eurya stigmosa* (CHANDLER) MAI ist bereits aus Fundorten im Rheinland geläufig (z.B. V. d. BURGH 1978, 1987, 1988). Nach V. d. BURGH (1988) ist *E. stigmosa* ein Element der torfbildenden Vegetation. Dies dürfte auch für *E. boveyana* zutreffen, denn sie kommt nicht nur in allochthonen Floren, sondern auch in der Kohle vor (MAI & WALTHER 1978:81, 1985:74).

Die Theaceen sind im Rheinland bisher durch Fruktifikationen von 6 verschiedenen Gattungen belegt: *Hartia* (MAI 1975), *Visnea*, *Eurya* (MAI 1971), *Polyspora* (GREGOR 1984), *Temstroemia* (PINGEN 1987) und *Stewartia* (v. d. BURGH 1987).

Verbreitung: Vom Obereozän bis zum tiefsten Unterligozän im Weißelsterbecken, Mitteleligozän von Bovey Tracey, vereinzelt in der Florenzone XII der Niederlausitz. Im Rheinland bisher nur in den Inden-Schichten (Obermiozän) von Hambach.

3.2 Iteaceae

Itea LINNÉ

Itea europaea MAI

Taf. 8, Fig. 4-5; Taf. 9, Fig. 6-8

1985 - *Itea europaea* nov. spec., MAI, S. 85, Taf. VI, Fig. 1-8

1987 - Ericaceae, PINGEN, Taf. 6, Fig. 1-3

1988 - *Carpolithus* sp. 1, DOROFEEV, S. 168, Abb. 43, 1-6, Taf. XL, Fig. 1-8

Beschreibung: Kapsel Früchte aus 2 Karpellen mit septizider Dehiscenz mit basal angewachsenem lappigem Kelch. Stiel gefurcht. Jedes Fach mit mehreren zweireihig angeordneten Samen. Samen rundlich bis länglich, flach, mit deutlich gefelderter Oberfläche aus Reihen polygonaler Zellen. Testa glänzend. Länge der Kapseln: 3,5-6 mm, Breite: 1,4-2,5 mm. Samen: 1,3-2 mm x 0,8-1,2 mm.

Rezente Vergleichsform: Es bietet sich nur *Itea virginica* L. an. Bei den anderen rezenten Arten sind die Samen mehr spindelartig. *Itea virginica* kommt in immergrünen Moorgehölzen (Pocosins) vor, in Weiden-Hartriegel-Gebüsch und auf Lichtungen in Sumpfwäldern (MAI 1985). In Kreuzau kommt sie in der Kohle vor. Sie paßt daher von der Ökologie genau in die Fundumstände.

Bemerkungen: Die niederrheinischen Früchte und Samen liegen innerhalb der von MAI (1985) angegebenen Maße. Die Früchte zeigen bei guter Erhaltung noch Reste von Emergenzen (Taf. 8, Fig. 5). Die Art ist ein regelmäßiger, aber zahlenmäßig geringer Begleiter.

Verbreitung: In der Lausitz in den Florenzonen VI-XIII vor, außerdem im Miozän von Belorußland und im Gebiet von Tambow/Rußland. Nach MAI (1985) auch im Pliozän von Belfeld/Niederlande. Aus dem Rheinland bisher nur in Hambach, Inden-Schichten, Obermiozän und in Kreuzau (Mittel-Obermiozän) (PINGEN 1987, Taf. 6, Fig. 1-3 unter Ericaceae).

3.3 Euphorbiaceae

Phyllanthus LINNÉ

Phyllanthus securinegaeformis MAI

Taf. 9, Fig. 1-5

1996 *Phyllanthus securinegaeformis* nov. spec., MAI (im Druck)

Beschreibung: Früchte abgerundet dreikantig, aus 3 Teilfrüchten (Kokken), deren Dorsalnähte als feine Rippen erkennbar sind. Oberfläche von den Dorsalnähten zur Basis fein schräggestreift, Fruchtwand sehr dünn. Dehiscenz vermutlich septizid und loculicid. Je Fach

2 Samen. Kurze Griffelspitze vorhanden. Länge: 1,8 mm, Breite 3,3-3,5 mm (Kreuzau); 1,8-2,4 x 2,0-2,9 mm (Hambach).

Samen von dreikantiger Grundgestalt, etwa apfelsinenscheibenförmig. Dorsalseite konvex, die beiden Ventralseiten eben oder nach innen gewölbt. Hilum in rundlicher Vertiefung im terminalen Teil der Ventralkante. Testa von zahlreichen feinen Rillen und Reihen kleiner Wärcchen bedeckt. Sie verlaufen längs auf dem Rücken und konzentrisch auf den Ventralseiten. Länge: 1,3-2 mm, Breite: 0,8-1,8 mm. 1,3-2,1 x 1,0-1,4 mm (Hambach).

Rezente Vergleichsformen: Die Gattung *Phyllanthus* ist heute mit ungefähr 500 Arten hauptsächlich in den Tropen und Subtropen verbreitet. Nur wenige Arten erreichen die gemäßigten Breiten. Für die fossilen *Phyllanthus*-Samen gibt MAI (1996) zum Vergleich an: *Ph. flexuosa* (Japan, China, Burma, Laos), *Ph. suffruticosa* = *Securinega suffruticosa* (China) und *Securinega ramiflora* (Amurgebiet). Beide Gattungen lassen sich samenmorphologisch nicht trennen. Die Gattung *Securinega* ist mit einigen Arten in der ostsibirisch-nordmongolischen Steppenzonen vertreten, aber auch mit der Art *S. suffruticosa* im Deciduous broad-leaved Forest in China (WANG 1961).

Vergleich Früchte: Zum Vergleich lagen nur Früchte von 4 rezenten Arten vor: *Ph. grandifolius*, *Ph. juglandifolius*; *Securinega suffruticosa*, *S. ramiflora*. Die Früchte von den beiden *Securinega*-Arten stehen den Fossilien von der Größe her am nächsten, obwohl sie mehr als doppelt so groß sind. Die beiden *Phyllanthus*-Arten haben noch größere Früchte. Bei allen 4 Arten fällt auf, daß sie sich durch ein sehr dickes Endokarp mit schräg gestellten Palisadenzellen auszeichnen, die fossilen Früchte dagegen ein dünnes Endokarp besitzen. Die feine Schrägstreifung der Oberfläche wird bei den rezenten Früchten erst nach Entfernung des Exokarps sichtbar. Bei den Fossilien ist das Exokarp offensichtlich abradert. Insgesamt ist der Rezentvergleich der Früchte noch sehr unzureichend. Der große Umfang der Gattung *Phyllanthus* erschwert jedoch die Suche nach einer adäquaten heutigen Form.

Die weite ökologische Amplitude beider Gattungen in Verbindung mit nur wenigen Vergleichsarten läßt keinen Rückschluß auf das ökologische Verhalten der fossilen Art zu. Das Vorkommen in Tonen und Kohlentonen legt jedoch die Vermutung nahe, daß die fossile Art unter relativ feuchten Bedingungen gelebt hat.

Bemerkungen: Die Maße der niederrheinischen Samen weichen etwas von denen des Originalmaterials ab. Die Kreuzauer Samen sind länger (1,9-2,4 mm), die Breite entspricht dem niedrigsten Wert bei MAI. Dagegen sind die Samen von Hambach innerhalb der Maße des Niederlausitzer Materials (1,3-2,1 x 1,0-1,4 mm). Früchte der Art (Taf. 2, Fig. 1, 2) werden hier zum ersten Mal publiziert. Sie sind dreikantig und breiter als lang. Bei der Reife werden sie in 6 Teile zerfallen sein, denn gelegentlich finden sich einzelne „Klappen“. Die Früchte von Hambach gleichen in der Länge denen von Kreuzau, sind aber nicht so breit. Da auch die Samen in den Früchten nicht so deutlich ornamentiert sind, kann angenommen werden, daß sie nicht ganz reif waren. Auch von dieser Art sind nur wenige Früchte und Samen gefunden worden.

Die Euphorbiaceen sind relativ selten im fossilen Zustand überliefert. Aus dem Rheinland ist bereits *Sapium germanicum* bekannt (v. d. BURGH 1987). Eine weitere noch nicht identifizierte Art kommt in den Inden-Schichten von Hambach vor. Die früher als Euphorbiaceae angesehene *Homalanthus costatus* wurde inzwischen den Lauraceae zugeordnet (PINGEN, FERGUSON & COLLINSON 1994).

Verbreitung: Im Miozän der Niederlausitz in den Florenzonen VII und XIII (Samen), im Rheinland in den Inden-Schichten, Obermiozän, von Hambach sowie in Kreuzau (Mittel-Obermiozän) (Samen und Früchte).

4. Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. Th. Litt, Geol.-Paläont. Institut der Universität Bonn, für die Genehmigung zur Herstellung der Fotos und Herrn Oleschinski (ebenda) für die Ausführung derselben.

5. Literatur

- BURGH, J. v. d. (1987): Miocene floras in the Lower Rhenish Basin and their ecological interpretation. -- Rev. Palaeobot. Palynol., **52** (1987): 299-366, 6 figs., pls I-XII; Amsterdam. (Eurya, Polyspora, Stewartia)
- CHANDLER, M. E. J. (1957): The Oligocene Flora of the Bovey Tracey Lake Basin, Devonshire. -- Bull. British Mus. (Nat. Hist.), Geology, **3** (3): 71-123, pls. 11-17, 3 text-figs.; London.
- DOROFEEV, P. I. (1988): Miozäne Floren des Bezirks Tambov. -- Hrsg. F. JU. Velitchkevitch, „Nauka“, 198 S., Leningrad [in Russisch].
- GREGOR, H.-J. (1984): Subtropische Elemente im europäischen Tertiär IV (Onagraceae, Rutaceae, Vitaceae, Theaceae, Elaeagnaceae). -- Documenta naturae, **16**: 1-37, 5 Taf., 2 Abb.; München. (Polyspora lignita)
- GREGOR, H.-J. (1994): Neue Pflanzenfossilien aus dem niederrheinischen Tertiär IX. Die niederrheinische Braunkohle - ein literarischer Überblick und neue paläobotanische Befunde aus diversen Tagebauen. -- Documenta naturae, **89**: 20-30; München.
- GREGOR, H.-J. & BUTZMANN, R. & FISCHER, T. & MAYR, Ch. & PINGEN, M. & SCHMITT, H. (1996): Die neogene Makrofloren-Abfolge im Tagebau Hambach der Rheinbraun AG Köln. -- Documenta naturae, **104**, Bd. 2 (im Druck).
- KILPPER, K. (1971): Neue Pflanzenfossilien aus dem niederrheinischen Tertiär. -- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1971** (6): 348-355, 6 Abb.; Stuttgart.
- MAI, D. H. (1960): Über neue Früchte und Samen aus dem deutschen Tertiär. -- Paläont. Z., **34** (1): 73-90, Taf. 3-6, 5 Abb.; Stuttgart.
- MAI, D. H. (1971): Über fossile Lauraceae und Theaceae in Mitteleuropa. -- Feddes Repert., **82** (5): 313-341, Taf. XXXIII-XXXVI; Berlin.
- MAI, D. H. (1975): Über Früchte und Samen von *Hartia* DUNN (Theaceae) -- Wiss. Zschr. Friedrich-Schiller Univ. Jena, Math.-Nat. R., 24. Jg. (1975), H. 4: 463-476; Jena.
- MAI, D. H. (1985): Beiträge zur Geschichte einiger holziger Saxifragales-Gattungen. -- Gleditschia, **13** (1): 75-88, 2 Taf., 9 Abb.; Berlin.
- MAI, D. H. (1996): Zwei neue Arten von Samen aus dem deutschen Jungtertiär. -- Feddes Rep.; Berlin (im Druck).
- MAI, D. H. & SCHNEIDER, W. (1988): Über eine altertümliche Konifere im Jungtertiär und deren Bedeutung für Braunkohlen- und Bernsteinbildung. -- Feddes Rep., **99** (1988) 3-4: 101-112; Berlin.
- MAI, D. H. & WALTHER, H. (1978): Die Floren der Haselbacher Serie im Weißelster-Becken (Bezirk Leipzig, DDR). -- Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden, **28**: 1-200, 50 Taf; Dresden.
- MAI, D. H. & WALTHER, H. (1991): Die oligozänen und untermiozänen Floren NW-Sachsens und des Bitterfelder Raumes. -- Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden, Bd. **38**: 1-230, Bild 1-6, Taf. 1-48; Dresden. (Cupressospermum = Taxodiaceae)
- PINGEN, M. (1987): Eine miozäne Frucht- und Samenflora aus Kreuzau bei Düren. -- Documenta naturae, **41**: 14-18, 2 Abb., 2 Taf.; München.
- PINGEN, M. (1994): *Athrotaxis couttsiae* (HEER) GARDNER - ein reiches Vorkommen in obermiozänen Kohlen des Tagebaus Hambach b. Düren (Rheinland). -- Documenta naturae, **84**: 24-30, 1 Tab., 1 Taf.; München.

PINGEN, M., FERGUSON, D. K. & COLLINSON, M. E. (1994): *Homalanthus costatus* MAI: A new Miocene fruit of *Cinnamomum* SCHAEFFER (Lauraceae). – *Palaeontographica*, B, Bd. 232, 1-6 (Festband Schweitzer): 155-174, 5 Taf., 2 Textfig., 2 Tab.; Stuttgart.

WUTZLER, B. (1990): Geologischer Führer Tagebau Hambach. 23 S., 13 Abb.

6. Tafelerklärungen (zu 8,9)

Alle Fotos: G. Oleschinski, Geol.-Paläontologisches Institut der Universität Bonn.
Aufbewahrung der Abbildungsbelege: Coll. PINGEN, unter der angegebenen Inv.-Nr.

Alle abgebildeten Fossilien stammen aus den basalen Indener Schichten des Tagebaues-Hambach bei Niederzier - Obermiozän.

**Wachstumszonen an Athrotaxiszweigen aus den
Inden-Schichten (Obermiozän) des Tagebaues
Hambach bei Niederzier (Düren)**

von T. C. FISCHER

Zusammenfassung: Im Rahmen der alljährlichen PBA-Exkursionen in den Tagebau Hambach wurde auch ein Lignit der obermiozänen Inden-Schichten besammelt. In der Schlammprobe fanden sich neben den schon von PINGEN (1994) beschriebenen Zapfen und Samen von *Athrotaxis coulttsiae* (HEER) GARDNER (Taxodiaceae) sehr zahlreiche und gut erhaltene Zweige, von denen ein Teil deutlich wechselnde Benadelung aufweist, die hier als Wachstumszonen gedeutet werden.

Abstract: During the yearly PBA-excursion to the Hambach pit a sample from a lignite of the Upper Miocene Inden-Schichten was collected. Besides of the cones and seeds of *Athrotaxis coulttsiae* (HEER) GARDNER that had been described by PINGEN (1994) several well preserved twigs were found. Many of them showed differen arrangements of needles which are interpreted as growth zones.

Fundort

Die Koniferenzweige wurden 1994 aus einem Kohlenton der Inden-Schichten (Schicht 7), der als Äquivalent des Flözes Schophoven betrachtet wird, ausgeschlämmt. Es handelt sich wohl um den gleichen Horizont, aus dem von PINGEN 1993 *Athrotaxis coulttsiae* (HEER) GARDNER geschlämmt und 1994 beschrieben wurde. Die Korrelation der Schichten ist aber durch den fortschreitenden Abbau erschwert, doch fand sich auch eine Begleitflora, die der von 1993 entspricht (vgl. näheres in Bd. 2 in Kürze).

Beschreibung

Die Zweige haben einen Durchmesser von 1-5 mm und sind spiralig benadelt. Die Nadeln sind schuppen- bis sichelförmig, bis etwa 1 mm lang und liegen dem Sproß mehr oder weniger an. An der Basis laufen sie am Sproß herab. Die Dichte der Benadelung ist sehr unterschiedlich, die Abstände reichen von 0.5 bis 3.5 mm in Richtung der Sproßachse. Bei einem Teil der Sprosse, hauptsächlich den mit größeren Längen erhaltenen, finden sich verschiedene Benadelungsdichten. In der Regel treten kürzere Bereiche mit dichter Benadelung auf. Diese dicht benadelten Zonen kommen intermediär vor (Taf. 10, Fig. 1-9) treten aber auch oft im basalen (Anfangs-) Bereich von Seitensprossen auf (Taf. 11, Fig. 1-3). Die dicht stehenden Nadeln sind kleiner und oft zu kurzen Schuppen reduziert. Die Stücke befinden sich unter der Nr. 1433 in der Coll. FISCHER.

Diskussion

Die taxonomische Zuordnung steriler Koniferenzweige ist im allgemeinen sehr problematisch. Die vorliegenden Exemplare dürften überwiegend zu *Athrotaxis coulttsiae* (HEER)

Adresse des Autors: Thilo C. Fischer, Dorfstr. 34, D-85737 Ismaning

Mitglied der Paläobotanisch-biostratigraphischen Arbeitsgruppe, Günzburg

GARDNER gehören, da das gleichzeitige Vorkommen zahlreicher Zapfen und Samen dieser Art (PINGEN 1994) es sehr wahrscheinlich erscheinen läßt, daß auch die Zweige dieser Art zuzuordnen sind. Zudem zeigen manche dieser Zapfen noch derartige Zweigreste (Taf. 11, Fig. 4-6). Rezent existieren von *Athrotaxis* drei Arten in Tasmanien. Neben den *Athrotaxis*-Zapfen treten auch vereinzelt *Glyptostrobus europaea*-Zapfen auf. Für das Phänomen der wechselnd dichten Benadelung der Zweige ist die sichere systematische Zugehörigkeit nur von nebensächlichem Interesse.

Die sproßbereiche dichter Benadelung entsprechen offensichtlich Phasen verlangsamten oder aussetzenden Wachstums. Dafür spricht auch, daß sich diese Bereiche oft an der Basis der Seitensprosse befinden, also zu Beginn der Seitensproßbildung entstanden sind. In vielen Fällen finden sich aber auch intermediär derart dicht benadelte Bereiche. Es weist zwar nur ein Teil der geborgenen Zweige solche Wachstumszonen auf, jedoch zeigen bevorzugt in größerer Länge erhaltene Zweige diese Wachstumszonen, während bei kurzen Zweigstücken beide Benadelungstypen meist isoliert auftreten.

Auch aus dem Obereozän von Haselbach hat MAI (1985, Taf. 4, Abb. 1) einen wechselnd benadelten Zweig von *Athrotaxis coultssiae* (HEER) GARDNER beschrieben, CZECHOTT bildet einen *Sequoia coultssiae*-Zweig aus dem Untermiozän von Turow ab (1957, Taf. IV, Abb. 8) und beschreibt die Benadelung als „bimorphic foliage“. Ferner ist in dieser Arbeit auch ein Zweig der rezenten *Athrotaxis laxifolia* (HOOK.) abgebildet (1959, Taf. XIV, Abb. 2), der wie das vorliegende fossile Material eine typische Wachstumszone aufweist. Leider liegt keine unter verschiedenen klimatischen Bedingungen gewachsenes Material von *Athrotaxis*-Arten vor. Es kann daher nur vermutet werden, daß die beobachteten Wachstumszonen Vegetationsperioden widerspiegeln.

Danksagung: Den Herren R. BUTZMANN, München, und H. SCHMITT, Dietramszell, sei hiermit für die hervorragende Ausführung der fotografischen Arbeiten gedankt.

Literatur

- CZECHOTT, H. (1959): The Fossil Flora of Turow near Bogatynia. – Prace Museum Ziemi, 3, 128 S.; Warszawa.
- MAI, D. H. & WALTHER, H. (1985): Die obereozänen Floren des Weißelster Beckens und seiner Randgebiete. – Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. zu Dresden, 33, 260 S.; Leipzig.
- PINGEN, M. (1994): *Athrotaxis coultssiae* (HEER) GARDNER - ein reiches Vorkommen in obermiozänen Kohlen des Tagebaues Hambach bei Düren (Rheinland). – Documenta naturae, 84: 24-30; München.

Tafelerklärungen (zu 10,11)

Alle abgebildeten Materialien stammen aus der Coll. FISCHER (Inv.Nr. 1433) und wurden in den Braunkohlen der Indener Schichten (Schicht 7) des Tagebaues Hambach bei Niederzier gefunden.

**Eine Blattflora unter Flöz Frimmersdorf (Ville-Schichten 6B, Untermiozän)
aus dem Tagebau Hambach bei Niederzier (Rheinbraun AG, Köln)**

von CH. MAYR & T. C. FISCHER

Zusammenfassung: Funde von fossilen Pflanzenresten aus dem tonigen Mittel 6 B der unteren Ville-Schichten (unteres Miozän) des Tagebaus Hambach bei Niederzier (Nordrhein-Westfalen) werden vorgestellt. Die Flora, überwiegend Blätter, wurde in fluvialem Milieu abgelagert und enthält zum Großteil mesophytische Florenelemente.

Abstract: Remains of fossil plants that were found in the clayey 6 B layer (lower Ville-Schichten, lower Miocene) in the open cast mine Hambach near Niederzier (Germany) are described. The flora consists mainly of leaf impressions and was deposited in fluvial environment. It includes for the most part mesophytic elements.

Inhalt

1. Einleitung und Danksagung
2. Geologie und Fundumstände
3. Die Flora
- 3.1. Dicotyledoneae
- 3.2. Monocotyledoneae
4. Auswertung
5. Literatur
6. Tafelerklärung

1. Einleitung

Im Juni 1992 fand eine dreitägige paläobotanische Exkursion in den Tagebau Hambach mit Teilnehmern der PBA und Studenten unter der Leitung von Dr. H.-J. Gregor statt. Ermöglicht wurde diese durch die freundliche Genehmigung der Direktion der Rheinischen Braunkohlenwerke AG. An dieser Stelle sei insbesondere Herrn Dr. B. Wutzler gedankt, der die Exkursion fachkundig führte, sowie Dr. H.-J. Gregor, der sowohl im Gelände als auch bei der Auswertung der Funde mit Rat und Tat zur Seite stand.

Im Verlauf der Exkursion bestand die Möglichkeit, auch die stratigraphisch tiefsten Schichtglieder, die schon ins Untermiozän gestellt werden, auf ihren paläobotanischen Inhalt hin zu untersuchen. Es fanden sich zahlreiche Blattabdrücke in kohligter Erhaltung. Da

Adressen der Autoren:

cand.geol. Christoph Mayr, Feuerhausstr. 17, D-82256 Fürstenfeldbruck
Dipl.-Biol. Thilo C. Fischer, Dorfstr. 34, D-85737 Ismaning
beide Mitglieder der Paläobotanisch-biostratigraphischen Arbeitsgruppe, Günzburg

unseres Wissens aus diesem Tagebau in der Niederrheinischen Bucht noch keine Florenbeschreibung aus der Schicht 6 B vorliegt, seien die Funde im Folgenden kurz beschrieben.

Der vorliegende Artikel kann verständlicherweise nur einen groben Überblick über die Flora der behandelten Schicht im Tagebau Hambach geben. Vollständigeres Fossilmaterial und gute Aufschlußverhältnisse wären nötig, um die Flora eingehender zu untersuchen. Ebenso würden kutikularanalytische Untersuchungen in vielen Fällen sicher eindeutige Bestimmungen der Blattreste ermöglichen. Dies hätte allerdings den vorgegebenen Rahmen dieser Arbeit gesprengt.

2. Geologie und Fundumstände

Der Tagebau Hambach befindet sich im südlichen Teil der Niederrheinischen Bucht etwa 35 km westlich von Köln. Die Beckenfüllung ist in diesem Bereich in drei größere Schollen zerlegt. Am NW-Rand der mittleren, der Erft-Scholle, wurde der Tagebau angelegt.

Der Tagebau erschließt ein nahezu vollständiges Profil von zumeist fluvialen Sedimenten ab dem Untermiozän. Die untermiozänen Schichten im Liegenden des Flözes Frimmersdorf a/b sind allerdings meist schlecht aufgeschlossen. Trotz mehrmaliger Exkursionen in den darauffolgenden Jahren konnten wir nur 1992 brauchbares Fossilmaterial gewinnen. Im nordwestlichen Teil des Tagebaues traten im Profil eines Drainagegrabens auf der untersten Sohle rötlich-braune Schluff- und Tonablagerungen auf, die z.T. Häcksel- und Schwemmholzlagen führten. Im Aushub dieses Grabens befanden sich auch schlecht spaltbare Tone, die inkohlte Blattabdrücke enthielten. Die Erhaltung der Flora ist teilweise mäßig, da viele Blätter bereits bei der Sedimentation als Fragmente vorlagen bzw. nachträglich mechanisch beansprucht wurden.

Laut mündlicher Mitteilung des Betriebsgeologen Dr. B. Wutzler handelt es sich bei den genannten Schichten um den Ton/Schluff 6 B, der zu den unteren Ville-Schichten gehört und in das Untermiozän gestellt wird (vgl. WUTZLER 1990).

3. Die Flora

Die vorliegenden Pflanzenreste aus der Schicht 6 B, einem Ton, sind zum überwiegenden Teil Blattreste von Laubgewächsen. Nur ein Exemplar enthält monocotyle Blattfragmente. Außerdem fand sich eine einzelne Fruktifikation.

Nachfolgend wird eine Kurzcharakteristik der bestimmbareren Überreste gegeben.

3.1. Dicotyledoneae

Acer cf. *dasycarpoides* HEER (sensu PROCHÁZKA & BUZEK)

Taf. 12, Fig. 5

1 Exemplar: Coll. Fischer Nr. 1214

Es handelt sich um ein dreifach gelapptes Blattfragment. Ein Seitenlappen ist nahezu vollständig, der andere gar nicht erhalten, vom Mittellappen existiert nur der basale Teil. Die Basis ist obtus. Die drei Primärmerven stehen in 45-55°-Winkeln zueinander. Der erhaltene Seitenlappen ist lanceolat mit zugespitztem Apex. Vereinzelt sind schwache Zähne erhalten, im basalen Teil des Blattes scheinen sie zu fehlen. Die alternierende Sekundärmervatur entspringt in Winkeln von ca. 45-70° von den Hauptnerven, biegt abaxial um und endet z.T. randlich in den Zähnen. Der Blattstiel ist nicht erhalten.

Der tief eingeschnittene Blattrand zwischen den basal ziemlich schmalen Loben ist charakteristisch für *Acer dasycarpoides* (PROCHÁZKA & BUZEK 1975: 36ff.). Der Erhaltungszustand läßt aber keine gesicherte Bestimmung zu.

Berchemia multinervis (BRAUN) HEER

Taf. 12, Fig. 1

2 Exemplare: Coll. Mayr Pl. M. 108

Zwei Blätter von ovater Form, maximale Breite nahe der Blattmitte. Stark ausgeprägter gerader Mittelnerv, von dem die zahlreichen, dicht aufeinander folgenden Sekundärnerven in Winkeln von 45° (nahe der Basis) bis 20° (apikal) entspringen. Sie biegen nahe des Randes zur Spitze hin um und münden in diesen. Die sehr feine, enge stehende tertiäre Nervatur verläuft senkrecht zum Mittelnerv. Die Blattreste sind ganzrandig.

Die Überreste stimmen gut mit den Blattresten von *Berchemia multinervis* aus dem Nordböhmischen Becken (vgl. BUZEK 1971: 73f.) und den bei HEER 1859 (Taf. CXXIII, Fig. 9-18) abgebildeten Exemplaren überein, sind allerdings etwas schmaler und haben einen spitzeren Apex als der Großteil der dort abgebildeten Formen.

Cercidiphyllum crenatum (UNGER) BROWN

Taf. 12, Fig. 6

4 Exemplare: Coll. Fischer Nr. 1210, Coll. Mayr Pl. M. 260

Die vier relativ gut erhaltenen Blattreste zeigen alle eine gerundete bis cordate, asymmetrische Basis. Ein bis zwei palmate Primärnervenpaare flankieren den Mittelnerv und verlaufen mehr oder minder parallel zum basalen Rand. Die Blattform ist cordat, der Blattrand schwach crenat, im unteren Drittel ganzrandig. Die Sekundärnerven des äußeren Primärnervenpaares sind bogenförmig zur Spitze hin gekrümmt und berühren den Blattrand nicht (camptodrom). Die Petiolen sind nur fragmentarisch erhalten.

Durch die asymmetrische Blattbasis und das Auftreten von 5 Primärnerven können die vorliegenden Blattreste von ähnlichen Blättern der Gattung *Paliurus* abgegrenzt werden (vgl. JÄHNICHEN, MAI & WALTHER 1980: 368).

cf. „*Diospyros*“ *brachysepala* HEER

Taf. 12, Fig. 1

3 Exemplare: Coll. Mayr Pl. M. 101, Pl. M. 269

Obovate bis ovate Blätter, die ganzrandig sind. Der Apex ist lediglich bei einem Exemplar z.T. erhalten und scheint bei diesem kurz und zugespitzt gewesen zu sein. Die Blattspreite verschmälert sich an der Basis ziemlich rasch, verläuft daraufhin jedoch eine ganze Weile in spitzem Winkel zum Blattstiel, so daß der Blattrand basal einen hyperbelförmigen Verlauf hat. Die Nervatur ist camptodrom. Die etwa 9 Sekundärnerven je Blatthälfte alternieren in unregelmäßigen Abständen zueinander und zweigen vom kräftigen Mittelnerv in Winkeln zwischen 40° und 60° ab, sind zum Apex hin leicht gekrümmt und gabeln sich vor Erreichen des Blattrandes. Die Tertiärnerven bilden ein unregelmäßiges polygonales Netzwerk. Die Blattstiele sind nicht vollständig.

Blätter, die den beschriebenen sehr nahe stehen und ebenfalls eine typisch decurrente Blattbasis aufweisen, werden von verschiedenen Autoren als *Diospyros brachysepala* beschrieben (HEER 1859, Taf. CII, Fig. 1-14; BUZEK 1971, Taf. XXVI, Fig. 1-12; HABLY 1983, Taf. XXIX, Fig. 1, 2, 6). Da jedoch teilweise Zweifel am Vorkommen von Ebenaceen im Jungtertiär Europas bestehen (vgl. MAI 1995: 181), ziehen wir es vor, den Gattungsnamen in Anführungszeichen zu setzen.

cf. *Laurophyllum* sp.

Taf. 12, Fig. 9

2 Exemplare: Coll. Fischer Nr. 1212, Coll. Mayr Pl. M. 26

Ovate ganzrandige Blätter, die sich von den oben genannten Blattresten von cf. „*Diospyros*“ *brachysepala* durch die allmählich schmaler werdende Blattbasis und den schmaleren Blattrand unterscheiden. Die Nervatur ist ähnlich, die Tertiärnerven verlaufen jedoch in spitzen Winkeln zum Hauptnerv zur Basis hin und bilden kein polygonales Netzwerk.

Eine ganze Reihe von Gattungen bildet ähnliche Blätter aus, z.B. *Quercus*, *Magnolia* etc. Eine exakte Bestimmung war uns jedoch nicht möglich. Trotzdem wird das Blatt vorsichtig als *Laurophyllum*-Vertreter behandelt.

aff. *Quercus* sp.
Taf. 12, Fig. 4, 7

2 Exemplare: Coll. Mayr Pl. M. 25, Pl. M. 268

Oblonge bis ovate Blätter mit schwach acuter Spitze. Die Basis kann leicht asymmetrisch sein. Basal sind die Blätter ganzrandig, etwa ab dem ersten Drittel treten feine Zähnen auf. Der Mittelnerv ist kräftig, die Nervatur insgesamt camptodrom. Petiolen sind nicht erhalten.

Die Blattreste haben Ähnlichkeit mit manchen *Quercus*-Arten. FERGUSON beschreibt aus Kreuzau ähnliche Blattreste unter der Zifferbezeichnung LXIV (FERGUSON 1971: 244), die jedoch etwas kleiner sind.

Rosaceae?
Taf. 12, Fig. 3

1 Exemplar: Coll. Fischer Nr. 1215

Nahezu vollständiges Blatt von schwach obovater Form. Der Apikalwinkel beträgt 80°, die Basis ist symmetrisch. Vom leicht gekrümmten Mittelnerv entspringen die wechselständigen Sekundärnerven in Winkeln von 60 bis 70°. Nur wenige von diesen münden in Zähnen. Die Nervatur ist campto-craspedodrom. Der Blattrand ist mit 9 serraten, einfachen Zähnen besetzt. Ein Blattstiel ist nicht erkennbar.

Die stark zum Apex hin gerichteten Zähne und die beschriebene Blattmorphologie lassen die Zugehörigkeit zu den Rosaceae möglich erscheinen.

Salix sp.

3 Exemplare: Coll. Mayr Pl. M. 269, Pl. M. 264, Pl. M. 265

Die länglich-lanzettlichen Blätter sind ganzrandig und verjüngen sich zur Basis hin. Bei allen Exemplaren fehlen die apikalen Bereiche. Der Mittelnerv tritt deutlich hervor, Nervatur höherer Ordnung ist nicht erkennbar. Ebenso fehlen die Blattstiele.

Eine nähere Bestimmung der Art ist aufgrund der mäßigen Erhaltung nicht ohne weiteres möglich. Ähnliche Blätter von *Salix* finden sich jedoch bei FERGUSON (1971: 93ff.).

Dicotylophyllum sp.
Taf. 12, Fig. 8

1 Exemplar: Coll. Fischer Nr. 1213

Ovates Blatt mit langem attenuatem Apex. Der Blattrand ist schwach wellig. Palmate Nervatur, die aus dem Mittelnerv und drei weiteren Nerven besteht. Die Blattbasis ist leicht asymmetrisch. Der Blattstiel ist nicht vorhanden.

Die Nervatur und die Beschaffenheit des Blattrandes zeigen große Ähnlichkeit mit *Cercidiphyllum*-Blättern. Dagegen spricht lediglich die atypische Blattform, so daß nicht auszuschließen ist, daß es sich hierbei tatsächlich um ein aberrantes Blatt dieser Gattung handelt.

Fructus

Polyspora cf. *lignitica*
vgl. GREGOR 1994 Taf. 8, Fig. 8, 9,

1 Exemplar: Coll. Mayr Pl. M. 107

Eine unvollständige Kapsel dieser Theaceae liegt vor. Sie ist in zwei Teile zerfallen, aber eindeutig zuzuordnen.

3.2. Monocotyledoneae

Monocotylophyllum sp.

Taf. 12, Fig. 1

Coll. Mayr Pl. M. 108

Mehrere Blattreste auf einem Handstück, die teilweise Parallelnervatur zeigen und möglicherweise Überreste von Poaceae oder Cyperaceae sind.

4. Auswertung

Die rezenten Vertreter der oben beschriebenen Pflanzen sind überwiegend in Nordamerika und in Ostasien beheimatet. Einige sind typisch für mesophytische Wälder und deren Pflanzenassoziationen. Ein Beispiel ist die Gattung *Cercidiphyllum*, die rezent mit drei Arten im „Mixed Mesophytic Forest“ Chinas bzw. in der analogen „Broad Leaved Deciduous Forest Formation“ Japans auftritt (vgl. JÄHNICHEN, MAI & WALTHER 1980). *Berchemia* ist ebenfalls als begleitendes Element charakteristisch für die mesophytischen Wälder Ostasiens, während die Gattung im südöstlichen Teil Nordamerikas außerhalb der eigentlichen „Mixed Mesophytic Forest“-Region vorkommt (WANG 1961). Als rezente Vergleichsart für *Acer dasycarpoides* gilt *Acer saccharinum*, eine in Nordamerika weitverbreitete Art, die laut HARSHBERGER (1911) ein typisches Element der mesophytischen Wälder des Flachlandes und der Täler im Bereich südlich der großen Seen ist.

Ein breiteres ökologisches Spektrum zeigen die Familien der Rosaceen und die Gattung *Quercus*. Vertreter der Gattung *Salix* sind oft typisch für fließbegleitende Auewälder, besonders für die Weichholzaue. Das Vorkommen von Monocotyledoneae belegt wahrscheinlich ein riedähnliches Biotop in unmittelbarer Nähe des Flußsystems.

Aufgrund der eingangs erwähnten Arten bietet sich ein klimatischer Vergleich mit dem Standort der „Mixed Mesophytic Forests“ in China an. Nach WANG (1961: 96) fällt die Durchschnittstemperatur in dieser Region in keinem Monat unter 0°C, es kommen jedoch Fröste vor. Während vier Monaten herrschen durchschnittliche Temperaturen über 22°C und acht bis neun Monate über 10°C. Der Jahresniederschlag beträgt 1000-1500 mm. Selbst im trockensten Monat beträgt der Niederschlag noch 10-60 mm. Nach dem System von KÖPPEN handelt es sich hierbei um ein warmgemäßigtes Cfa-Klima. Weitere Funde in der Schicht 6 B wären nötig und vollständigere Florenlisten, um diese vorläufigen klimatischen Aussagen zu verifizieren.

Die untersuchte Flora zeigt gewisse Ähnlichkeit mit der Flora von Cernicky (Nordböhmisches Becken). In der dortigen „upper inter-seam member“ treten u.a. *Acer dasycarpoides*, *Cercidiphyllum crenatum*, „*Diospyros brachysepala*“ und *Berchemia multinervis* auf (vgl. BUZEK 1971). Aufgrund von Säuger- und Gastropoden-Funden wird das Alter der dortigen Ablagerungen als oberes Aquitan bis unteres Burdigal angegeben, was für unsere Flora zu tief erscheint.

5. Literatur

- ANDREANSZKY, G. (1959): Die Flora der sarmatischen Stufe in Ungarn. – 360 S., 238 Abb., 3 Tab., 5 Kt., 68 Taf.; Budapest.
- BELZ, G. & MOSBRUGGER, V. (1994): Systematisch-paläoökologische und paläoklimatische Analyse von Blattfloren im Mio-/Pliozän der Niederrheinischen Bucht (NW-Deutschland). – *Palaeontographica*, B, **233**: 156 S., 60 Abb., 12 Tab., 25 Taf.; Stuttgart.
- BUZEK, C. (1971): Tertiary flora from the Northern Part of the Petipsy Area (North Bohemian Basin). – *Rozpr. Úst. Geol.*, **36**: 118 S., 17 Abb., 52 Taf.; Praha.

- FERGUSON, D. K. (1971): The Miocene Flora of Kreuzau, Western Germany. 1. the leaf-remains. – Verh. Koninklijke Nederl. Akad. Wet., Afd. Natuurkunde, **60**: 297 S., 50 Abb., 53 Taf.; Amsterdam.
- GREGOR, H.-J. (1982): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands - Paläokarpologie, Phytostratigraphie, Paläoökologie, Paläoklimatologie.- 278 S., 34 Abb., 16 Taf., Anhang, F. ENKE Verl., Stuttgart
- GREGOR, H.-J. (1994): Die Niederrheinische Braunkohle - ein literarischer Überblick und neue paläontologische Befunde. – Documenta naturae, **89**: 9-19, 15 Taf.; München.
- HABLY, L. (1983): Early Miocene plant fossils from Ipolytarnóc, N Hungary. – Geol. Hungar., Series Palaeont., **45**: 73-255, 27 Abb., 3 Tab., 39 Taf.; Budapest.
- HARSHBERGER, I. (1911): Phytogeographic Survey of North America. – Die Vegetation der Erde, **XIII**: 790 S., 32 Abb., 18 Tab.; Leipzig, New York.
- HEER, O. (1859): Flora tertiaria helvetiae. – Die tertiäre Flora der Schweiz, **3**: 377 S., 57 Taf.; Winterthur.
- JÄHNICHEN, H. & MAI, D. H. & WALTHER, H. (1980): Blätter und Früchte von *Cercidiphyllum* SIEBOLD & ZUCCARINI im mitteleurop. Tertiär. – Schriftenr. geol. Wiss., **16**: 357-399, 4 Abb., 2 Tab., 8 Taf.; Berlin.
- MAI, D. H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas: 691 S., 257 Abb., 23 Tab., 14 Taf.; Jena, Stuttgart, New York.
- PROCHÁZKA, M. & BUZEK, C. (1975): Maple leaves from the Tertiary of North Bohemia. – Rozpr. Úst. úst. geol., **41**: 86 S., 21 Abb., 1 Tab., 24 Taf.; Praha.
- RÜFFLE, L. (1963): Die obermiozäne (sarmatische) Flora vom Randecker Maar. – Paläont. Abh., **1**: 139-298, 45 Abb., 34 Taf.; Berlin.
- WANG, C.-W. (1961): The forests of China with a survey of grassland and desert vegetation. – Maria Moors Cabot Found., **5**: 313 S., 78 Abb.; Cambridge/Mass.
- WUTZLER, B. (1989): Geologischer Führer Tagebau Hambach. – Führer zur Exkursion vom 1. 10. 89 anlässlich der 59. Tagung der Paläont. Gesellschaft in Bonn: 24 S., 14 Abb.; Rheinbraun/Paffendorf.

6. Tafelerklärung (zu 12)

Blattfossilien aus dem Ton der Schicht 6 B (Vilse-Schichten, Untermiozän) des Tagebaues Hambach bei Niederzier.

Plate1

Plate 1:1 *Pinus* sp. 1, specimen 18088, (x3)

Plate 1:2 *Pinus* sp. 1, slide 5052, epidermis with stomata, (x500)

Plate 1:3 *Pinus* sp. 2, specimen 18092, (x3)

Plate 1:4 *Pinus* sp. 2, slide 5057, epidermis with stomata, (x900)

Plate 1:5 *Taiwania paracryptomeroides* KILPPER, specimen 18106, (x2)

Plate 1:6 *Taiwania paracryptomeroides* KILPPER, slide 5086, epidermis with stomata, (x500)

Plate 1:7 *Taiwania flousiana* GAUSSEN, epidermis with stomata, (x500)

Plate 1:8 *Taxodium dubium* HEER, specimen 18109, (x1)

Plate 1:9 *Taxodium dubium* HEER, slide 5070, epidermis with stomata, (x500)

Plate 1:10 *Acer tricuspidatum* BRONN, specimen 18102, (x1)

Plate 1:11 *Acer tricuspidatum* BRONN, slide 5064, upper epidermis, (x900)

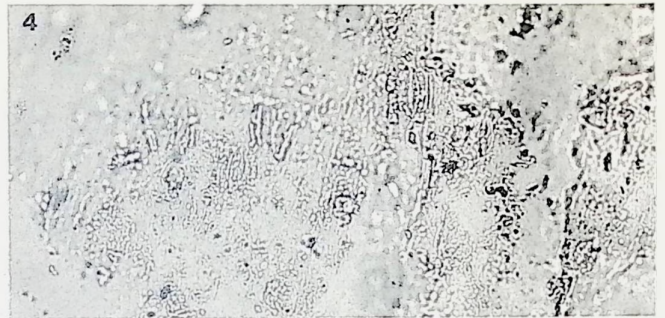
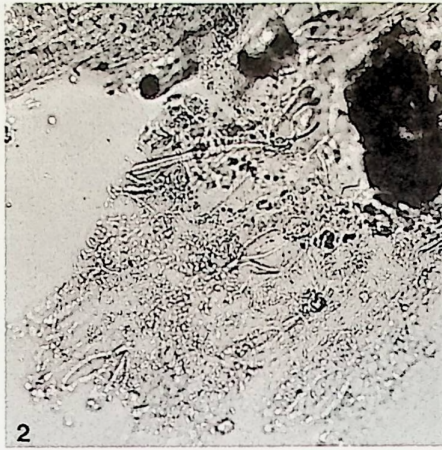


Plate 2

- Plate 2:1 *Acer tricuspidatum* BRONN, specimen 5054, lower epidermis with stomata and trichomes, (x900)
- Plate 2:2 *Alnus julianaeformis* STERNBERG, specimen 18109, (x1)
- Plate 2:3 *Betula brongniartii* ETTINGHAUSSEN, specimen 18133B, (x1)
- Plate 2:4 *Betula brongniartii* ETTINGHAUSSEN, slide 5102, upper epidermis with trichomebase, (x900)
- Plate 2:5 *Betula brongniartii* ETTINGHAUSSEN, slide 5102, lower epidermis with stomata, (x900)
- Plate 2:6 *Betula subpubescens* GOEPPERT, specimen 18135, (x1)
- Plate 2:7 *Betula subpubescens* GOEPPERT, slide 5104, upper epidermis, (x400)
- Plate 2:8 *Carpinus grandis* UNGER emend. HEER, specimen 18134, (x1)
- Plate 2:9 *Carpinus grandis* UNGER emend. HEER, slide 5089, upper epidermis, (x400)

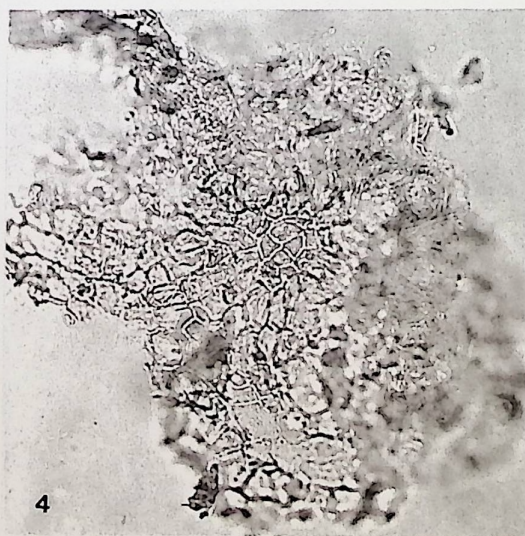
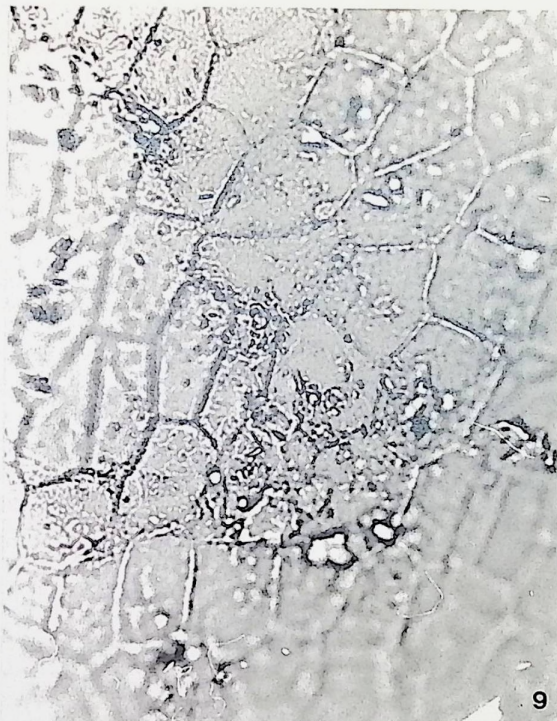
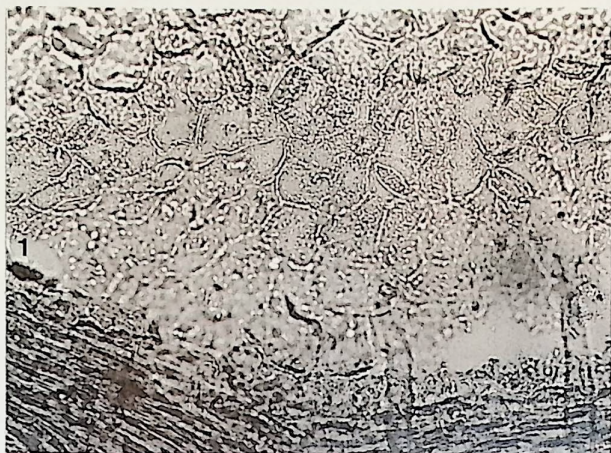


Plate 3

- Plate 3:1 *Fagus menzeli* KVACEK & WALTHER, specimen 18112A, (x1)
Plate 3:2 cf. *Castanea atavia* UNGER, specimen 18115, (x1)
Plate 3:3 *Quercus gigas* GOEPPERT emend. WALTHER & ZASTAWNIAK, specimen 18120, (x1)
Plate 3:4 *Quercus gigas* GOEPPERT emend. WALTHER & ZASTAWNIAK, slide 5100, upper epidermis with trichomebase, (x900)
Plate 3:5 *Quercus gigas* GOEPPERT emend. WALTHER & ZASTAWNIAK, slide 5100, lower epidermis with stomata, (x900)
Plate 3:6 *Quercus psuedocastanea* GOEPPERT emend. WALTHER & ZASTAWNIAK, specimen 18121, (x1)
Plate 3:7 *Liquidambar europaea* BRAUN, specimen 18122, (x1)
Plate 3:8 *Liquidambar europaea* BRAUN, slide 5055, upper epidermis, (x500)
Plate 3:9 *Liquidambar europaea* BRAUN, slide 5061, lower epidermis with stomata, (x500)
Plate 3:10 *Parrotia pristina* STUR, specimen 18140, (x1)

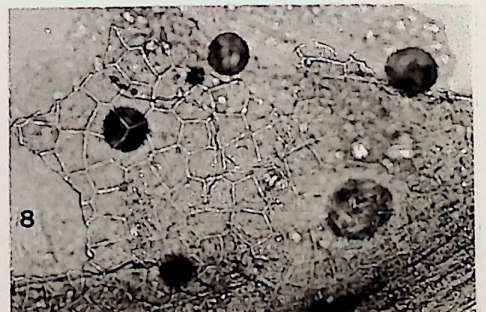
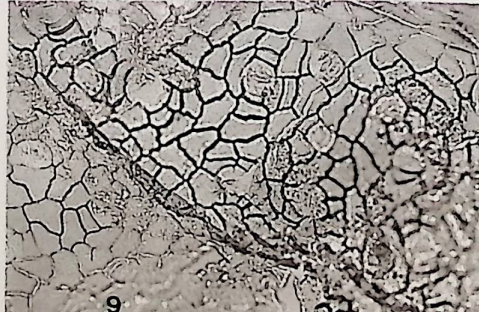
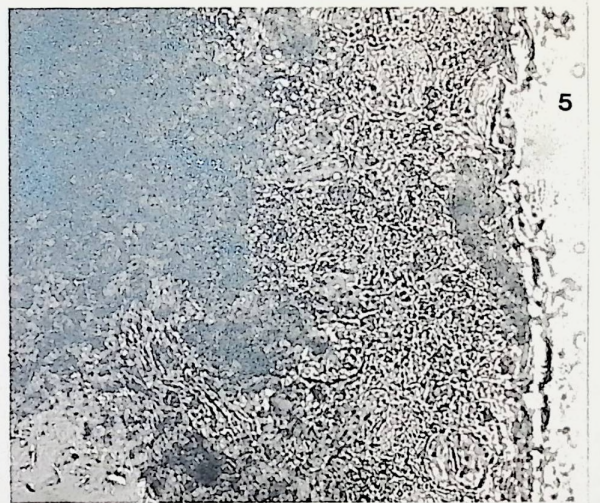
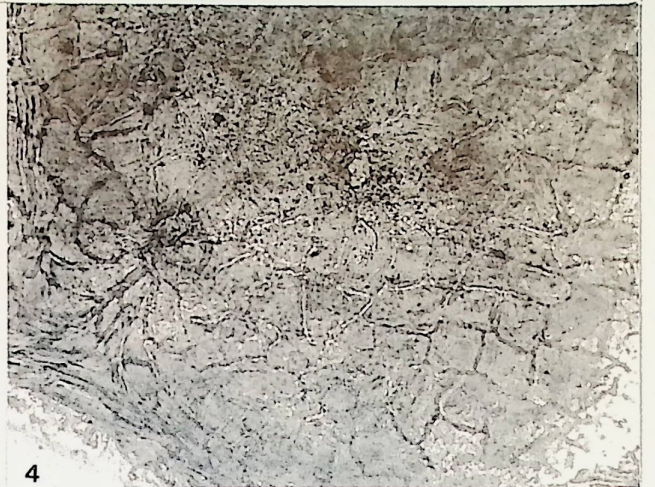


Plate 4

Plate 4:1 *Parrotia pristina* STUR, specimen 18100, (x1)

Plate 4:2 *Juglans acuminata* BRAUN, specimen 18088, (x1)

Plate 4:3 *Pterocarya paradisiaca* ILJINSKAJA, specimen 18109, (x1)

Plate 4:4 *Daphnogene polymorpha* ETTINGHAUSEN, specimen 18094, (x1)

Plate 4:5 *Daphnogene polymorpha* ETTINGHAUSEN, slide 5065, upper epidermis, (x900)

Plate 4:6 *Daphnogene polymorpha* ETTINGHAUSEN, slide 5066, lower epidermis with stomata, (x900)

Plate 4:7 *Laurophyllum princeps* HEER, specimen 18093, (x1)

Plate 4:8 *Laurophyllum princeps* HEER, slide 5067, leaf margin with hair, (x500)

Plate 4:9 *Laurophyllum princeps* HEER, slide 5068, lower epidermis with stomata, (x900)

Plate 4:10 *Laurophyllum pseudoprinceps* WEYLAND & KILPPER, specimen 18114, (x3)

Plate 4:11 *Magnolia kristinae* KNOBLOCH & KVACEK, specimen 18136, (x2)

Plate 4:12 *Magnolia kristinae* KNOBLOCH & KVACEK, slide 5107, lower epidermis with stomata, (x500)

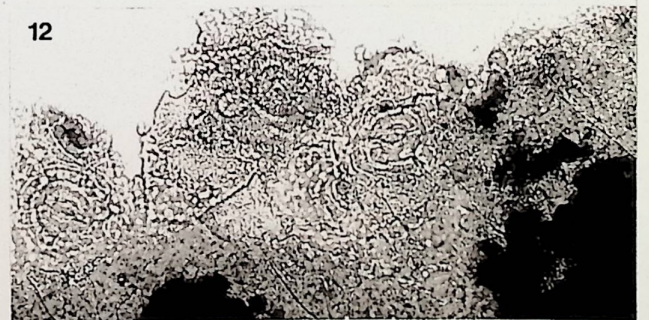
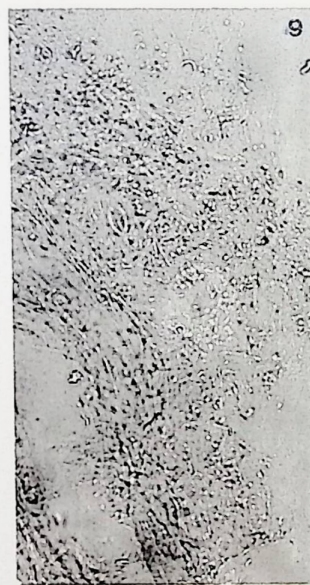
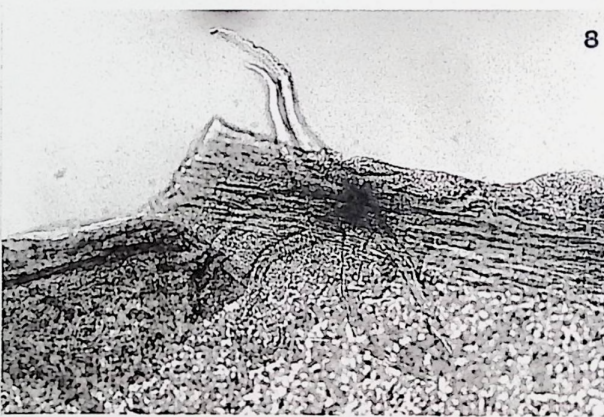
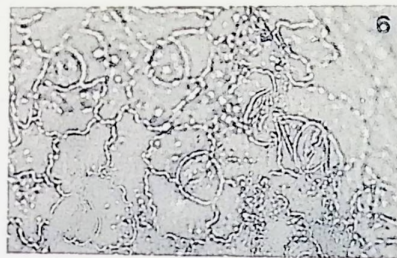
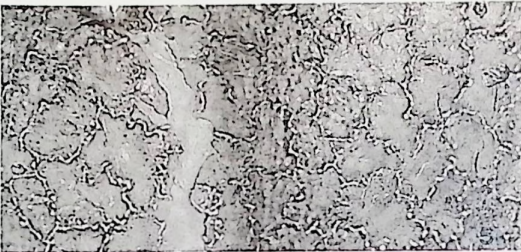


Plate 5

Plate 5:1 cf. Rosaceae, specimen 18103, (x3)

Plate 5:2 *Populus populina* BRONGNIART, specimen 18106, (x1)

Plate 5:3 *Populus populina* BRONGNIART, slide 5072, lower epidermis with stomata, (x900)

Plate 5:4 *Salix kicktonii* WEYLAND, specimen 18131, (x1)

Plate 5:5 *Salix kicktonii* WEYLAND, slide 5099, lower epidermis with stomata, (x500)

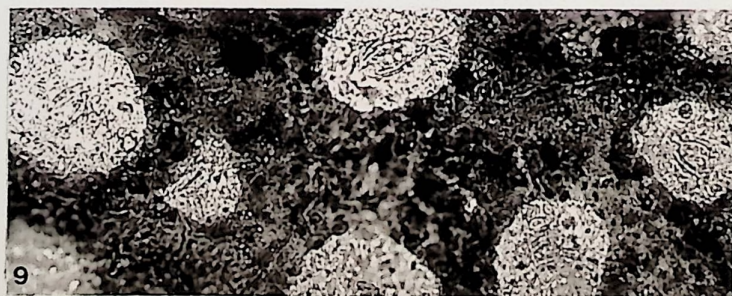
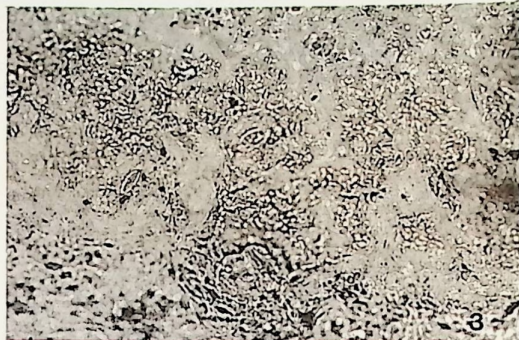
Plate 5:6 *Ulmus carpinooides* ILJINSKAJA in TAKHTAHJAN et al., specimen 18134, (x1)

Plate 5:7 *Ulmus* sp., specimen 18137, (x1)

Plate 5:8 *Smilax weberi* WESSEL, specimen 18120, (x1)

Plate 5:9 *Smilax weberi* WESSEL, slide 5096, lower epidermis with stomata, (x900)

Plate 5:10 *Monocotylophyllum* sp. 1, specimen 18126, (x1)



Tafel 6

Fig. 1: Viele Halme von *Equisetum limosellum* HEER 1855 auf einer großen Platte aus dem Tagebau Hambach bei Niederzier (Oberstes Pliozän, Tegelen, Schicht 13).
Inv.-Nr. qH 94002, Maßstab 1 : 2

Tafel 6



Tafel 7

Equisetum limosellum Heer 1855 sensu novo aus dem obersten Pliozän des Tagebaues Hambach bei Niederzier (Rheinbraun AG)

- Fig. 1: Rhizom mit ungekerbten Querstreifen
Inv.-Nr. qH 94050, Maßstab 1 : 1
- Fig. 2: Blattwirtel senkrecht
Inv.-Nr. qH 94050, Maßstab 2 : 1
- Fig. 3: Diaphragma
Inv.-Nr. qH 94002, Maßstab 16 : 1
- Fig. 4: Nodium
Inv.-Nr. qH 94008, Maßstab 2 : 1
- Fig. 5: Blattscheide nach oben erweitert
Inv.-Nr. qH 94007, Maßstab 2 : 1
- Fig. 6: Diaphragma
Inv.-Nr. qH 94009, Maßstab 13 : 1
- Fig. 7: Diaphragma
Inv.-Nr. qH 94009, Maßstab 13 : 1
- Fig. 8: Rhizom
Inv.-Nr. qH 94014, Maßstab 2 : 1



1



3



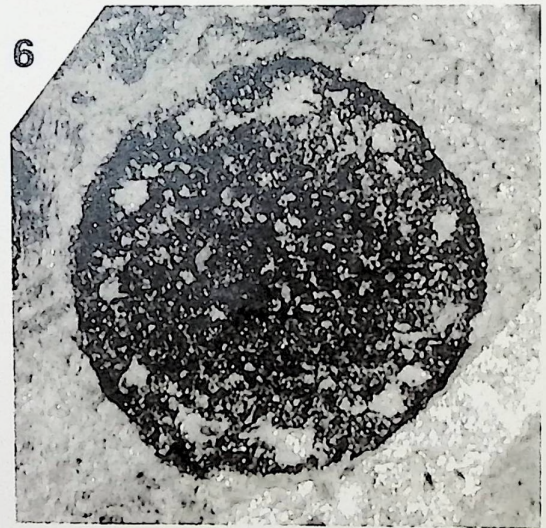
2



4



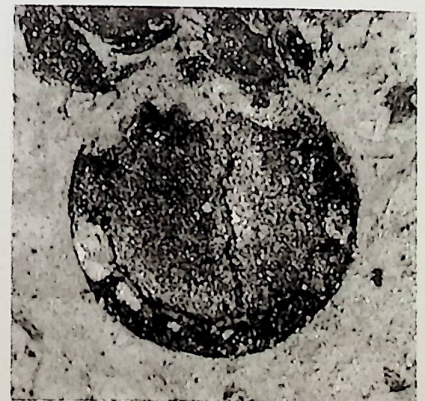
5



6



8



7

Tafel 8

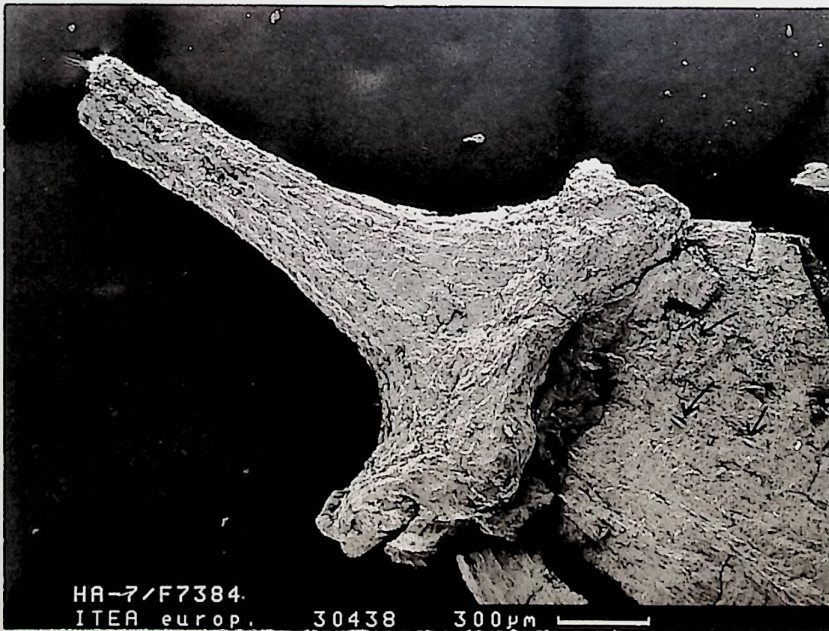
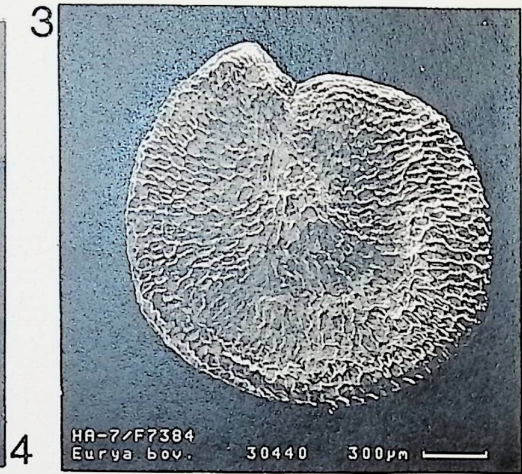
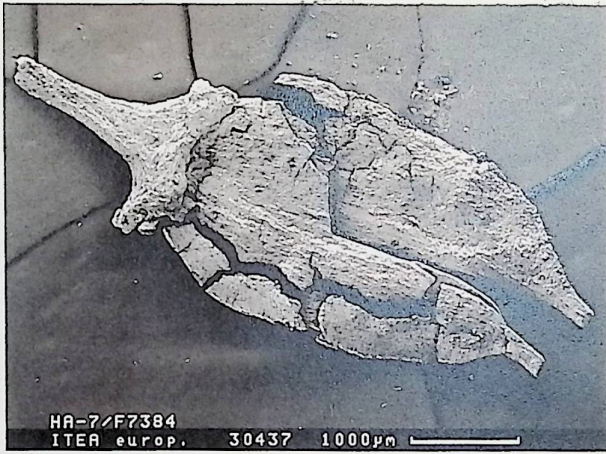
Alle abgebildeten Materialien stammen aus den Indener Schichten (Mittel- bis Obermiozän) des Tagebaues Hambach bei Niederzier. Inv.Nr. aus Coll. PINGEN.

Fig. 1-3: *Eurya boveyana* CHANDLER

- 1: Körperlich erhaltener Same, teils mit Exotesta; x 30. - HA-7, Inv.-Nr. 116/4-1
- 2: Detail aus Fig. 1: Testaoberfläche oben links; x 150.
- 3: Flachgedrückter Same; x 30. - HA-7, Inv.-Nr. 116/4-2

Fig. 4-5: *Itea europaea* MAI

- 4: Frucht mit Kelch und Griffelbasen; x 15. - HA-7, Probe 116/1
- 5: Detail aus Fig. 4: Kelch und Fruchtbasis. Auf der Oberfläche der Frucht einzelne Emergenzen (Pfeile); x 40



Tafel 9

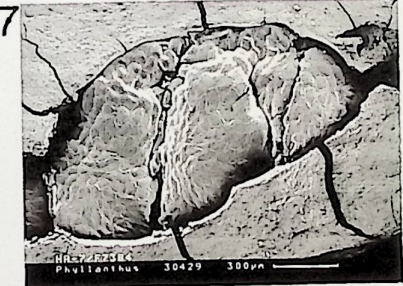
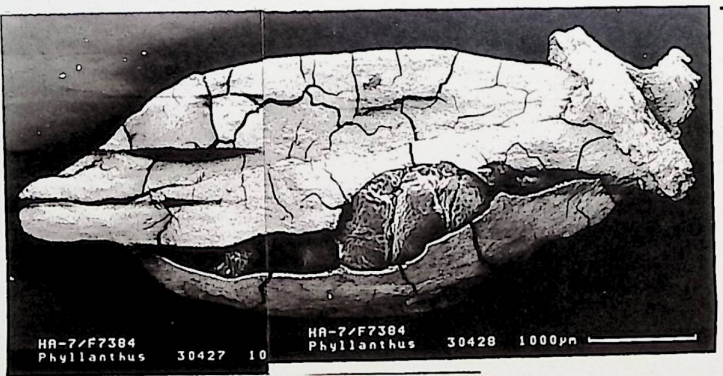
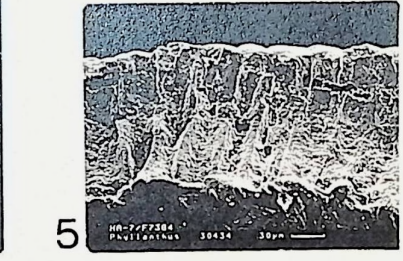
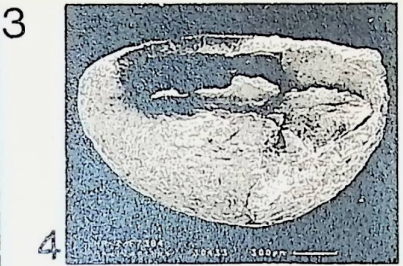
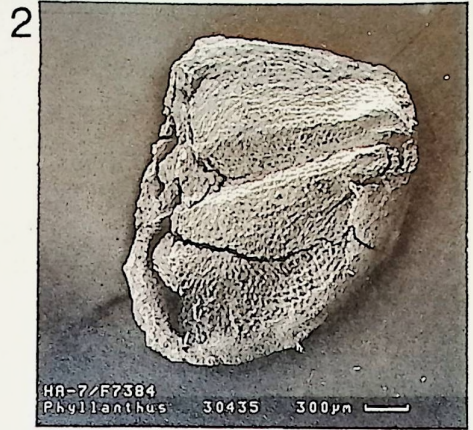
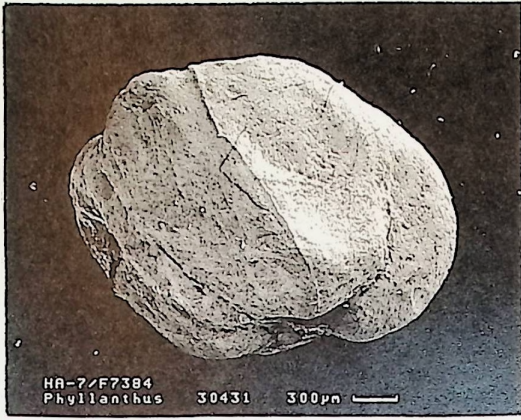
Alle abgebildeten Materialien stammen aus den Indener Schichten (Mittel- bis Obermiozän) des Tagebaues Hambach bei Niedezier. Inv.Nr. aus Coll. PINGEN.

Fig. 1-5: *Phyllanthus securinogaeformis* MAI

- 1: Komplette 3fächerige Frucht mit exponierter Dorsalnaht einer Teilfrucht; x 20.
HA-7, Inv.-Nr. 109/2-1
- 2: Detail aus Fig. 1: links unten Griffelbasis, rechte Seite mit Schrägstreifung; x 75
- 3: Teilfrucht (Kokke) mit 2 Samen, basal beschädigt; x 20. - HA-7,
Inv.-Nr. 109/4-1 109/4
- 4: Einzelner Same, ventral zerbrochen; x 20
- 5: Detail aus Fig. 4: Testaquerschnitt; x 150

Fig. 6-8: *Itea europaea* MAI

- 6: Frucht mit Samen, basaler Kelch; x 15. - HA-7, Probe 109/1-1
- 7: Detail aus Fig. 6: Drei Samen in einer Frucht; x 30
- 8: Detail aus Fig. 7: Ausschnitt aus der Oberfläche des obersten Samens.
Die Querstreifung wird vermutlich von Resten der äußeren Epidermis der
Testa hervorgerufen; x 200



Tafel 10

Inden Schicht (No.7) im Tagebau Hambach bei Niederzier

Fig. 1-9: Zweige von *Athrotaxis couttsiae* mit intermediär dichter Benadelung; x3



Tafel 11

Inden Schicht (No.7) im Tagebau Hambach bei Niederzier

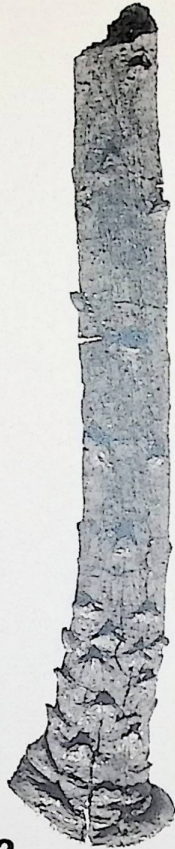
Fig. 1-3: Zweige von *Athrotaxis couttsiae* mit basal dichter
Benadelung; x 3

Fig. 4-6: Zapfen der Art mit anhängenden Zweigresten; x 3

Tafel 11



1



2



3



4



5



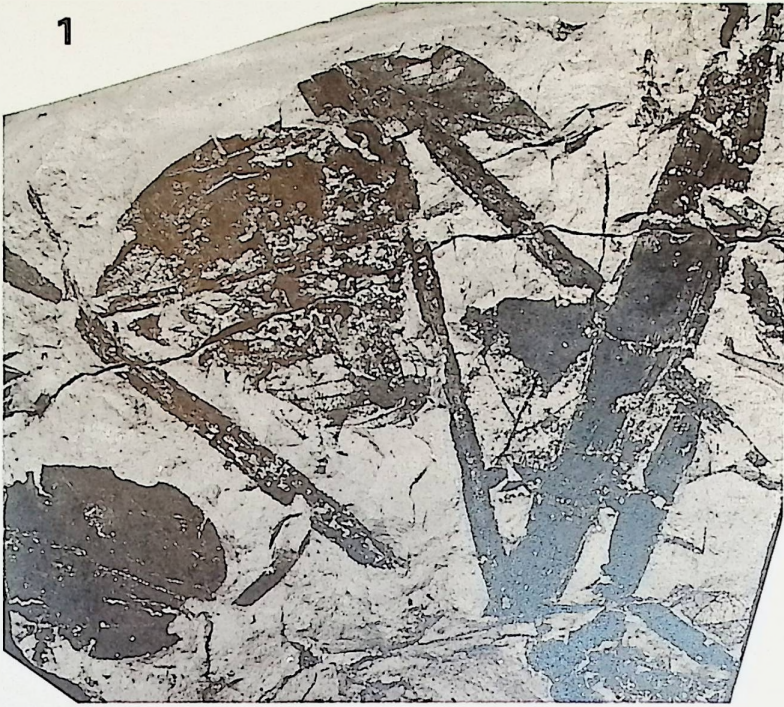
6

Tafel 12

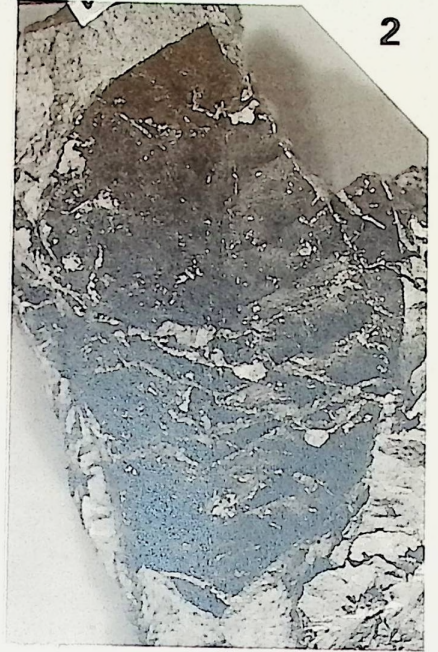
Alle Fossilien aus dem Ton 6B (Untermiozän, Ville-Schicht) des Tagebaues Hambach.

- Fig. 1: Blattreste von Monocotyledoneae, Blätter von *Berchemia multinervis* (BRAUN) HEER; x 1
Coll. Mayr Pl. M. 108
- Fig. 2: cf. „*Diospyros*“ *brachysepala* HEER; x 1
Coll. Mayr Pl. M. 101
- Fig. 3: Rosaceae?, Blatt; x 1
Coll. Fischer Nr. 1215
- Fig. 4: aff. *Quercus* sp., Blatt; x 1
Coll. Mayr Pl. M. 108
- Fig. 5: *Acer* cf. *dasycarpoides* HEER (sensu PROCHÁZKA & BUZEK), Blatt; x 1
Coll. Fischer Nr. 1214
- Fig. 6: *Cercidiphyllum crenatum* (UNGER) BROWN, Blatt; x 1
Coll. Fischer Nr. 1210
- Fig. 7: aff. *Quercus* sp., Blatt; x 1 (Gegenstück zu Fig. 4)
Coll. Mayr Pl. M. 25
- Fig. 8: *Dicotylophyllum* sp., Blatt; x 2
Coll. Fischer Nr. 1213
- Fig. 9: cf. *Laurophyllum* sp., Blatt; x 1
Coll. Mayr Pl. M. 26

1



2



3



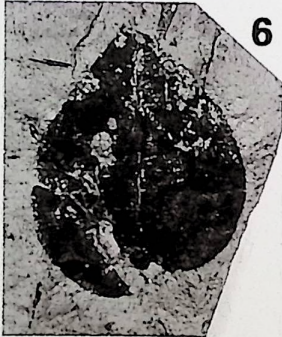
4



5



6



8



7



9



