

documenta

naturae | no. 104

band 5

München 2000



Torreyia schulzii nov. spec. aus Hambach

DOCUMENTA NATURAE

Nr. 104 Band 5

2000

ISSN 0723-8428

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

Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, D-82140 Olching
Dr. Heinz J. Unger, Nußbaumstraße 13, D-85435 Altenerding
PD Dr. Diethard H. Storch, Sägematte 2, D-79183 Waldkirch

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

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

Die Sonderbände behandeln unterschiedliche Themen aus den Gebieten Kunst, Antike Nahrungsmittel, Natur-Reiseführer oder sind Neuauflagen alter wissenschaftlicher Werke oder spezielle paläontologische Bestimmungsbände für regionale Besonderheiten.

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

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

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

Copyright: beim Verlag und den Verlagsleitern.

Gestaltung: Juliane Gregor und Hans-Joachim Gregor

Umschlagbild von H.-J. Gregor: Emblem der Paläobotanisch-Biostratigraphischen Arbeitsgruppe PBA in Günzburg

München 2000

***Torreya schulzii* nov. spec. -
Samen einer exotischen Konifere aus dem
NW-europäischen Pliozän (Hambach, Liessel)**

H.-J. GREGOR, J. v. d. BURGH, A. M. M. PETERS & M. PINGEN

Zusammenfassung:

Es wird eine neue Art der Gattung *Torreya* ARNOTT (Taxaceae) aus dem Pliozän NW-Europas beschrieben. Die Funde von *Torreya schulzii* stammen vor allem aus dem Tagebau Hambach, Niederzier (Rheinbraun AG, Deutschland), aber auch von Liessel (Niederlande). Stratigraphisch sind alle Funde auf das Pliozän (Brunssumium, evtl. Reuverium) beschränkt. Ökologisch lassen sich die rezenten Vergleichsarten SE-Nordamerikas (*T. californica* und *T. taxifolia*) und SE-Asiens (*T. grandis*, *T. jackii*) sehr schön mit der fossilen Art vergleichen. Die heutigen Arten leben in den genannten Gebieten in den „Mixed mesophytic Forests“ und „Deciduous broad-leaved Forests“ ähnlich der europäischen Art in ähnlichen Waldtypen zur Zeit des Pliozäns. Das Paläoklima läßt sich durch die reiche Begleitflora eindeutig als Cfa sensu KÖPPEN rekonstruieren.

Summary:

The new species *Torreya schulzii* from the Pliocene of NW-Europe is described from the open pit Hambach, Niederzier (Germany) and from Liessel (The Netherlands). Stratigraphically the fossil-bearing sediments belong to the Pliocene (Brunssumian, p.p. Reuverian). The ecology of the recent species, *T. californica*, *T. taxifolia*, *T. grandis* and *T. jackii* from Eastern north America and Eastern Asia is comparable to the reconstructed one during the Pliocene of Europe. The palaeoclimate can be seen as a Cfa-type sensu KÖPPEN, the vegetation belonged to Mixed-mesophytic - and Deciduous broad-leaved Forests.

Schlüsselwörter: *Torreya*, Taxaceen, Pliozän, Hambach, Liessel, NW-Europa

Key words: *Torreya*, Taxaceae, Pliocene, Hambach, Liessel, NW-Europe

Adressen der Autoren:

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

Dr. Johan van der Burgh, Laboratory of Palaeobotany & Palynology, Budapestlaan 4, NL-3584 CD Utrecht, Netherlands

Ir. A. M. M. Peters, Markt 11, NL-5492 AA Sint Oedenrode, Netherlands

Maria Pinggen, In den Heuen 20, D-52393 Hürtgenwald-Gey, Germany

Alle Autoren sind Mitglieder der Abteilung Rheinbraun der Paläobotanisch – Biostratigraphischen Arbeitsgruppe PBA im Museum Günzburg und im Naturmuseum Augsburg.

Inhalt	Seite
1. Einleitung	2
2. <i>Torreya schulzii</i> nov. spec.	6
2.1 Beschreibung der neuen Art	6
2.2 Vorkommen der neuen Art	7
2.3 Fossile Vorkommen der Gattung	10
2.3.1 Europäische zweifelhafte Funde von Samen	10
2.3.2 Europäische sichere Funde von Zweigen und Nadeln	10
2.3.3 Amerikanisch – asiatische Funde	11
2.4 Stratigraphie	12
2.5 Ökologie-Soziologie	13
2.6 Klimatologie	15
3. Die rezenten Vergleichsarten	15
3.1 Samenmorphologie	15
3.2 Geographische Verbreitung	17
3.2.1 Die nordamerikanischen Arten	17
3.2.2 Die asiatischen Arten	18
3.3 Ökologie - Soziologie	19
3.4 Klimagegebenheiten	20
4. Literatur	21
5. Tafelerklärungen	25

1. Einleitung

Bei mehrfachen Besuchen des Tagebaues Hambach der Rheinbraun AG fanden sich große zerbrechliche Samen, die erst nicht eindeutig zuzuordnen waren, bald aber zur großen Überraschung der Autoren als Koniferensamen erkannt werden konnten, die zur Gattung *Torreya*, der Nusseibe, zu stellen waren.

Alter Tradition gemäß kann mit der Darstellung einer neuen Art die Benennung nach dem für unsere Besuche zuständigen Tagebaudirektor vorgenommen werden. Wir stellen damit unseren Dank ab für die freundliche Genehmigung der Befahrungen, die Unterstützung der Arbeit vor Ort und die Beistellung einer ortskundigen Begleitung als Aufsichtsperson. Für diese langjährige Hilfe bei der paläobotanischen Arbeit sei die neue Art *Torreya schulzii* benannt.

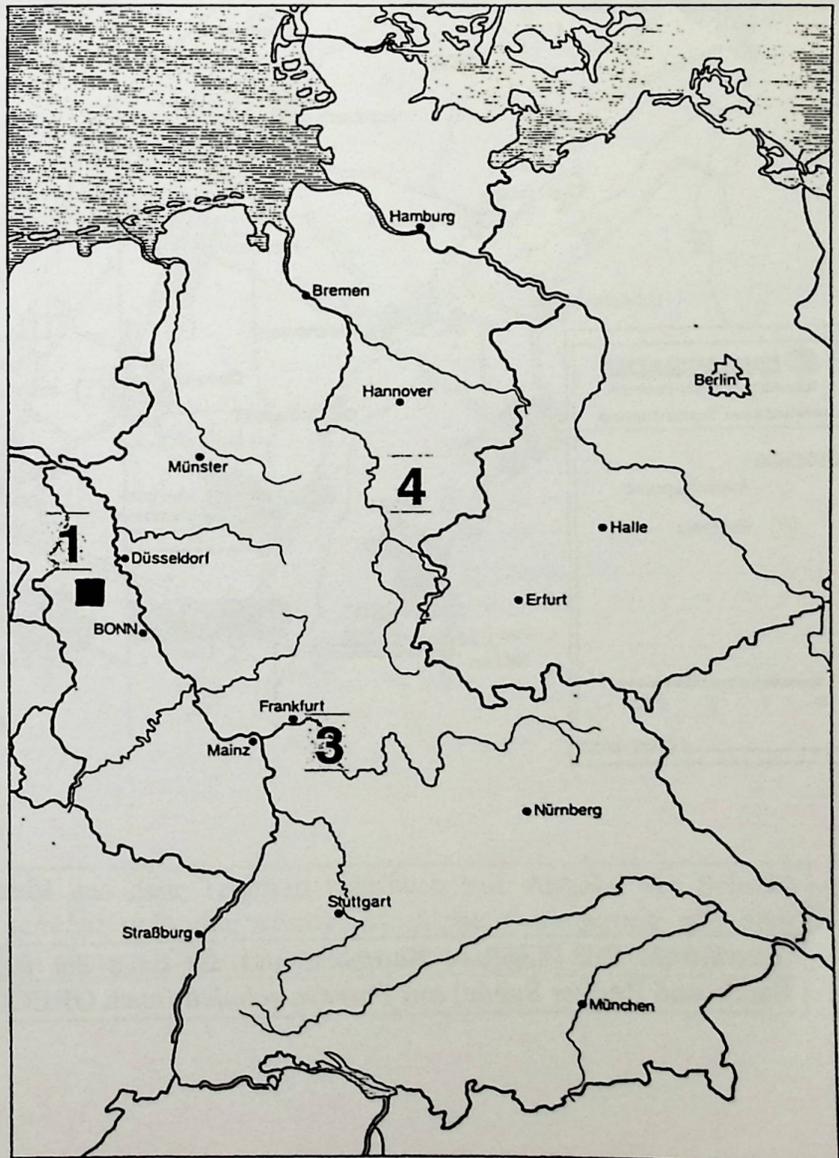
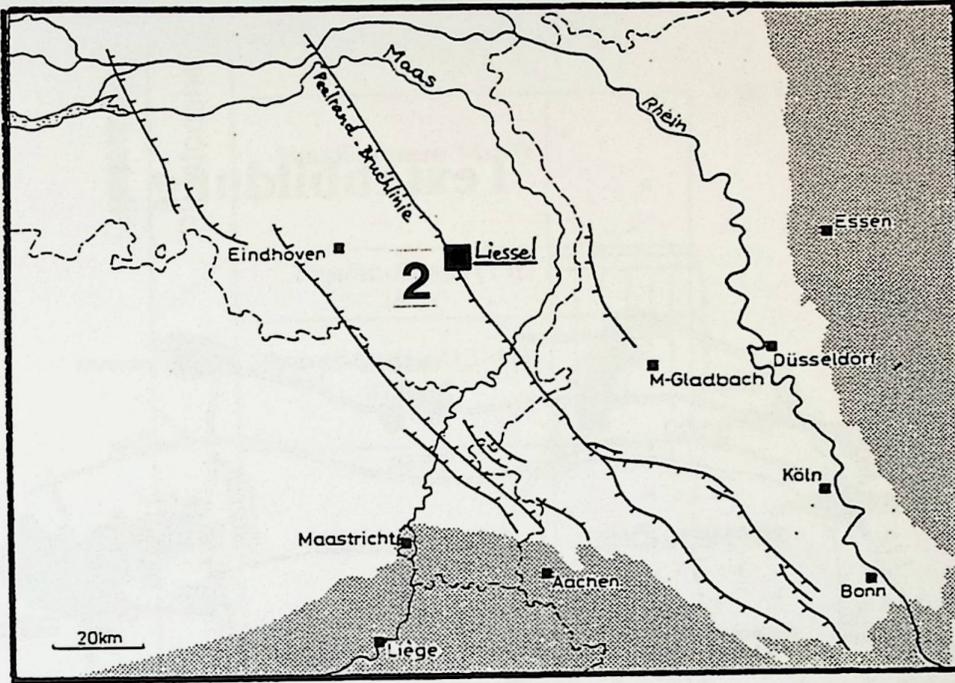
Das seltene und exotische Element, die neue *Torreya schulzii*, paßt gut zu den bisher bekannten fossilen Koniferen mit großen Samen wie bei Arten von *Cephalotaxus* S. & Z. (GREGOR 1979) oder des verwandten *Ginkgo geissertii* (GREGOR 1992). Alle sind im europäischen Jungtertiär heimisch gewesen und heute als aussterbende Elemente in Asien und Amerika beheimatet.

Eine farbige Aquarell-Rekonstruktion als Modell der fossilen *Torreya schulzii* wurde dankenswerterweise von Frau Dr. Uta GREGOR (Olching) angefertigt.

Wir bedanken uns weiterhin bei folgenden Personen für die Bereitstellung von *Torreya*-Samen für diese Bearbeitung: Hans SCHMITT, Dietramszell – Schöneegg, und H. HERGERSBERG, Hürtgenwald.

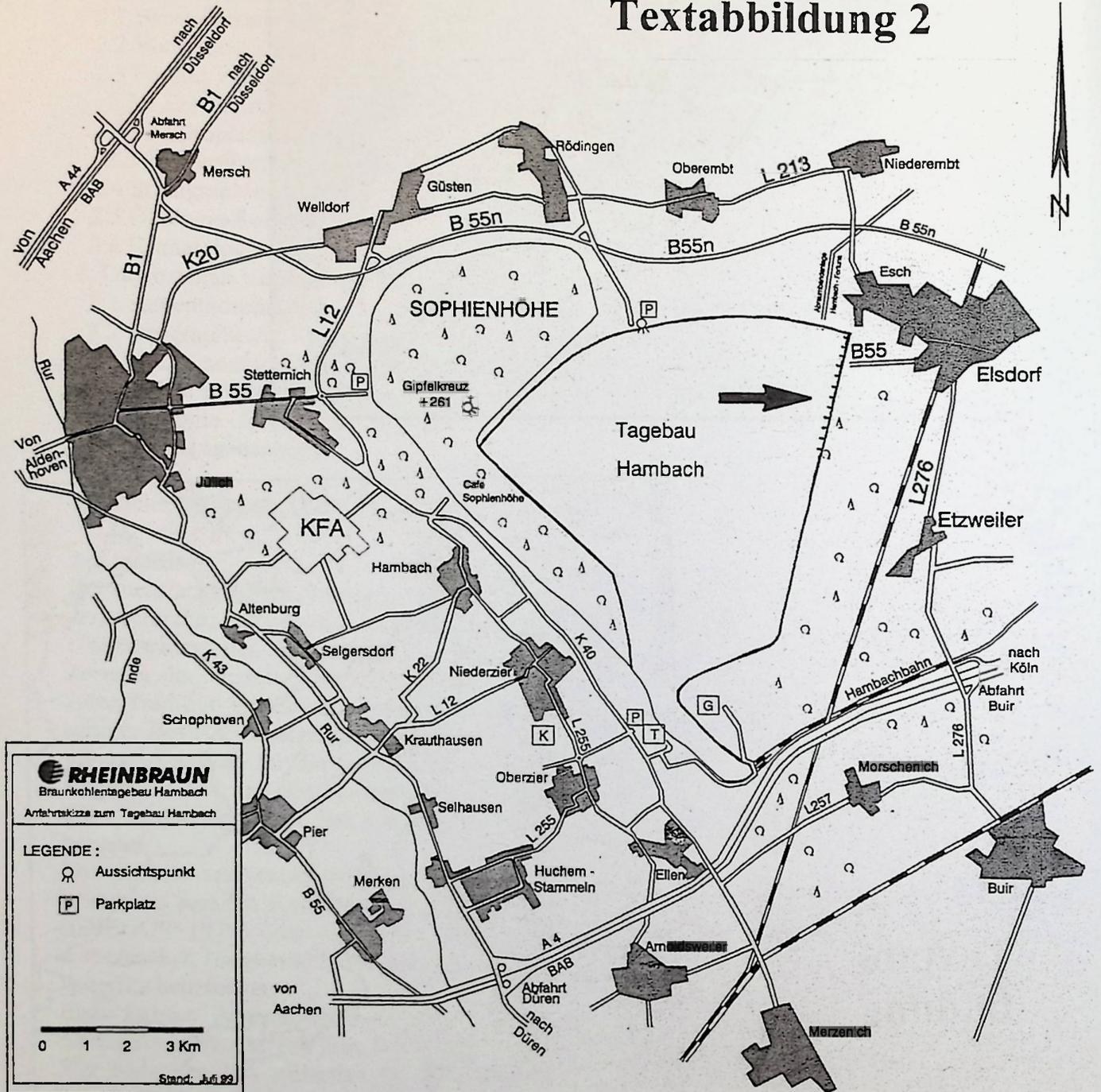
Textabb. 1 (rechts): Geographische Lage der Vorkommen der fossilen Art *Torreya schulzii* in Deutschland (untere Karte) und den Niederlanden (obere Karte)

- 1 Fundort Hambach bei Niedzier, Rheinbraun AG
- 2 Fundort Liessel in den Niederlanden
- 3 fraglicher Fundort Frankfurt a.M.
- 4 fraglicher Fundort Willershausen

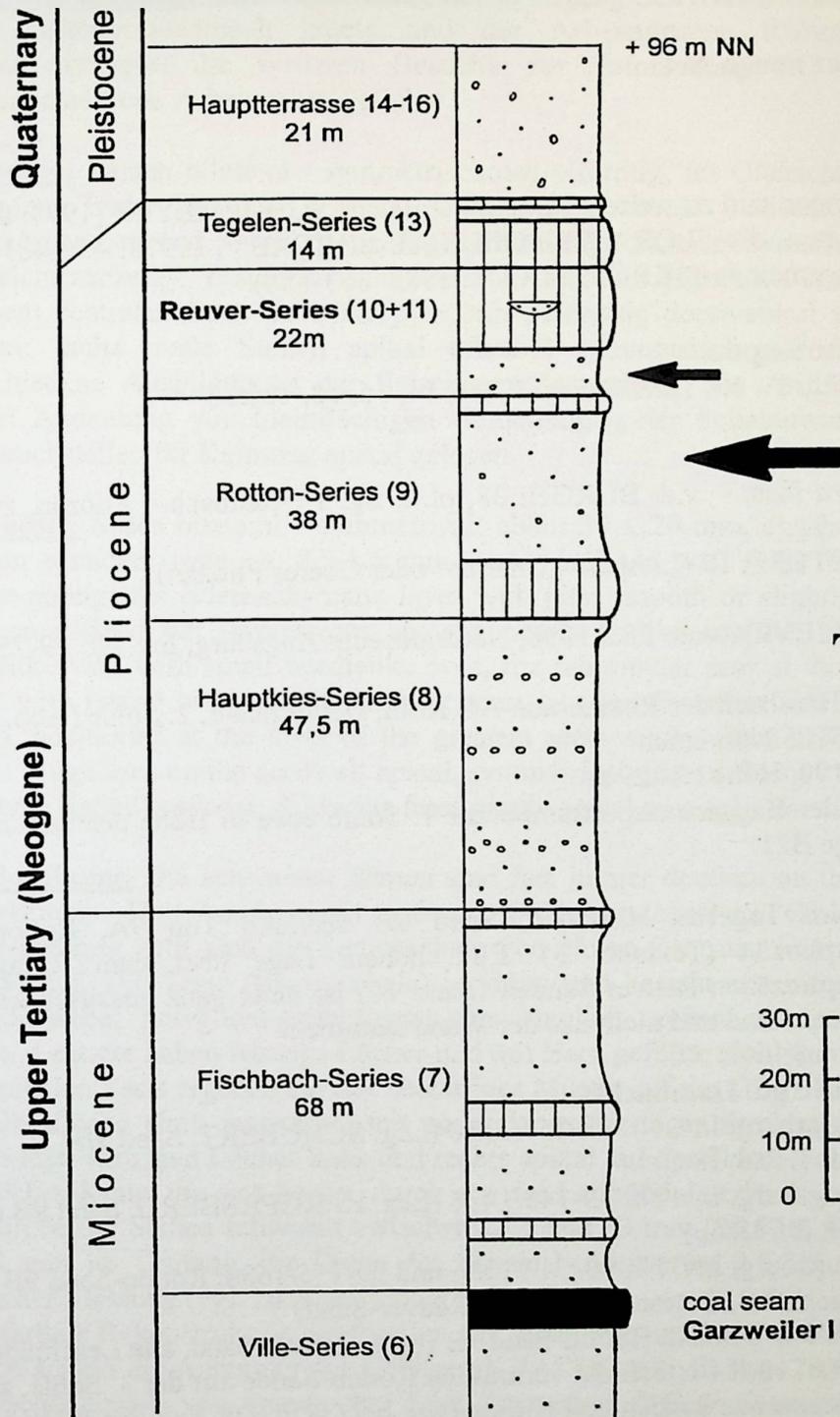


**Textab-
bildung 1**

Textabbildung 2



Textabb.2: Der Tagebau Hambach und die Lage der fossilführenden Schichten (Rotton-Sande und Reuver Sande) mit *Torreya schulzii* (nach GREGOR et al. 1999: Abb.1)



Textabbildung 3

Textabb.3: Stratigraphisches Profil aus dem Tagebau Hambach mit Angabe der Schicht (großer Pfeil), in der *Torreya schulzii* gefunden wurde. Mögliche Umlagerung aus dem Reuver-Sand (kleiner Pfeil) ist nicht auszuschließen (verändert nach WUTZLER 1990, 1993)

2. *Torreyia schulzii* nov. spec.

2.1 Beschreibung der neuen Art

Taxaceae

Torreyia ARNOTT

Zur Anatomie der Samen und zu weiteren Daten vergleiche SCHOPMEYER (1974: 815, 816) für amerikanische Arten, die FLORA REIPUBLICAE SINICAE 7, (1978: 458-461) für die chinesischen und Allgemeines in KRÜSSMANN (1983: 353-358).

Torreyia schulzii nov.spec.

Textabb. 4, Tafel 1, Fig. 1 - 10, Tafel 2, Fig. 7 - 12, 14, 16, 18, Tafel 3

Synonyme:

1983 *Torreyia nucifera* foss. - v.d. BURGH: 38, pl. I, fig. 1 (Hambach – Pliozän, zwischen Brunssum und Reuver)

1994 *Torreyia* sp. - PETERS: 17 (Liessel - „Unteres“ oder Oberes Pliozän)

Holotypus: ex Coll. LIEVEN vom 25.5.1996; Naturmuseum Augsburg, Inv. Nr. 99-75/1669

Locus typicus: Tgb. Hambach der Rheinbraun AG Köln, Deutschland, 2. Sohle (Abb. 1, 2)

MTB 1 : 25 000 No. 5105 Nörvenich

R: 2536280, H. 5640190, Höhe NN 29 m

Fundstelle unterhalb der Baggertransportrampe zur 1. Sohle etwa in Höhe der Stationierung 0,7 km der Bandanlage B21

Stratum typicum: im Tagebau Hambach, Sand 9B oberhalb Ton 9A, Rotton-Sand, Brunssumium, Unterpliozän (Textabb. 3). Eine höhere Lage über dem Rotton, mit Umlagerung aus oberpliozänen Reuver-Sanden (Sand 10) ist nicht ganz auszuschließen, da alle Exemplare Lesefunde sind und nicht aus der Wand stammen.

Isotypen (alle aus dem Tgb. Hambach):

Coll. Naturmuseum Augsburg, Inv. Nr. 99-147/1130 (Leg. SCHUBERT, Sand 9B (?), vgl. Exk. Nr. GREGOR E 743/18 C)

Coll. Naturmuseum Augsburg, Inv. Nr. 99-148/1436 (Leg. HERGERSBERG, Sand 9B (?), vgl. Exk. Nr. GREGOR E 788/6b)

Coll. Naturmuseum Augsburg, Inv. Nr. 99-149/1686 und 99-155/1686, Rotton-Sand 9B

Coll. WUTZLER, Schicht 9 B, Rotton-Sand (bzw. Reuver-Sand)

Coll. PINGEN, No. 1995-L-1 und 2, Rotton-Sand 9B (bzw. Reuver-Sand, alte Lesefunde)

Coll. SCHMITT, No. D-110-II-01, Schicht vermutlich Rotton-Sande auf der 3. Sohle, zusammen mit Zapfen und Samen aus Sanden und Kiesen (vgl. bei GREGOR Exk. Nr. 827/15)

Die angegebenen Exkursionsnummern von Autor GREGOR sind in den Arbeiten GREGOR et alii (1998, 1999) nachzuschlagen.

Isotypus (aus der Sandgrube Liessel, Niederlande):

Coll. PETERS, No. LI-1041, Sand-Schicht aus dem Oberpliozän, Reuverium), heute aufgrund einer Mischflora möglicherweise auch Reuver C, welches auch palynologisch nachgewiesen ist; evtl. ist auch tieferes Pliozän/ Miozän? nicht völlig auszuschließen; in Bearbeitung PETERS).

Derivatio nominis: nach Tagebaudirektor Wolfgang SCHULZ benannt, der die letzten Jahre den Tagebau Hambach leitete und der Arbeitsgruppe Rheinbraun der PBA stets freundlicherweise die weiteren Besuche zur Erforschung des Tagebaues und damit wissenschaftliche Arbeiten ermöglichte.

Diagnose: Samen bilateral - symmetrischoval-eiförmig, im Querschnitt rundlich; etwa 30 x 20 mm, Testa ca. 0,5-1,5 mm dick; äußere dünne Palisadenschicht mit winzigen Harzkörperchen und innere grobzellig-schwammige Sklerenchymschicht mit Tüpfeln; glatte bis leicht runzelige Testaoberfläche; zentral - apikales Hilum als kraterartiger Erhöhung mit kleinem zentralen Loch als Mikropyle; mit beidseitig dorsiventral zwei Leitbündeleintrittsstellen; rauhe ovale Stellen apikal bilateral symmetrisch auf der Samenschale durch verschiedene Ausbildungen der fleischigen Samenhaut, des Arillus bedingt; median und apikal Andeutung von kleinflächigen Eindellungen der Schalenwand; Dehiscenzlinien als Sollbruchstellen für Keimung apikal gelegen.

Diagnosis: Seeds bilateral – symmetrical; about 30 x 20 mm, eggshaped-fusiform, in cross-section rounded; testa ca. 0,5-1,5 mm, outer palisade wall with tiny amberpits and inner coarse spongelike sclerenchymatic layer with pits; smooth or slightly wavy surface of seed with small sized flat impressions show a nearly netlike surface; apical hilum as a small craterlike wall with small needlelike hole, the micropylar scar at the midpoint of the apical crest; with lateral bisymmetric vascular scars situated on either side of the seed beneath the hilum, positioned at the level of the greatest seed width, about 1/3 of the length from the apex.: rough area on the seedwall apical, symmetrical, line of fleshy coat of aril in connection to coarse ridged seedcoat; dehiscing lines on the apical area split up.

Beschreibung: Die schwarzen Samen sind fast immer deutlich an ihrer aufgeplatzten Testa zu erkennen. Dies beruht wohl auf sog. Sollbruchstellen im Gewebe für die Keimung. Streifenförmig pellet sich die Samenschale von einem Zentrum weg nach außen und spaltet sich so auf. Die Testa (Samenschale) ist dünn und besteht aus innen sklerenchymatischem Grundgewebe, polygonal-gleichförmig bis länglich, außen aus prismatischen Palisaden-Zellen. Letztere haben winzige Löcher und mit Harz gefüllte Hohlräume. Kleine Eindellungen der apikalen Testa ergeben ein fast netzartiges Muster auf der Oberfläche der Samen. Sonst ist die Oberfläche glatt, manchmal mit zarter längsstriemiger Struktur (nur andeutungsweise). Die beiden winzigen Löcher links und rechts apikal auf der Schale haben einen länglichen bis rundlichen Krater um sich herum, durch den das Leitbündel verläuft.

Die Größe der Samen schwankt zwischen 23,5 und 33 mm (28,5 im Mittel) in der Länge und 15-21 mm im Umfang, die Dicke der Schale beträgt etwa 0,5-1,5 mm, abhängig von der Stelle der Messung (vgl. zu allem Textabb. 4).

Eine farbige Rekonstruktion der fossilen Art findet sich auf Tafel 3.

Zuletzt sei auf die Anregung des Kollegen KVACEK (e-mail vom 28.12.99) eingegangen, die Unterscheidungen von Samen der Taxa *Torreya* und *Cephalotaxus* betreffend (Tab. 1) – leider konnten keine Samen von *Amentotaxus* beschafft werden. FERGUSON et alii (1978) haben in ihrer monographischen Bearbeitung der Gattung nur die fossile Benadlung untersucht.

2.2 Vorkommen der neuen Art

Es gibt nur etwa 3 Vorkommen des neuen Taxons, bisher alle in stratigraphisch höheren Einheiten Europas (Pliozän: Rotton-Sand - Brunssumium, evtl. mit Umlagerung aus Reuver-Sand - Reuverium, Textabb. 3).

Im Tagebau Hambach der Rheinbraun AG (Textabb. 2) fanden sich einige wenige, leicht bis schwer destruierte Samen. Alle stammen aus den Deckschichten der Kohle im Profil, aus dem

Brunssumium (Rotton-Serie, Horizont 9) bzw. den hangenden „Reuver-Sanden“ (Reuverium, Horizont 10, bedingt durch Umlagerung, Textabb. 3), meist Sanden oder Silten und Tonen. Dies betrifft die Funde aus den Coll. WUTZLER, PINGEN, PETERS, SCHMITT und Naturmuseum Augsburg.

PETERS hat 1994 die Frucht- und Samen-Flora aus der Baggergrube von Liessel in Holland mitgeteilt, wobei ein Same von *Torreya* sp. erwähnt wurde, der sicher zur neuen Art gehört. Auch hier liegt pliozänes Alter vor, vermutlich unterpliozänes (evtl. durch Mischflora bedingt auch oberpliozänes), was im Moment aber nicht zu klären ist (Textabb. 1).

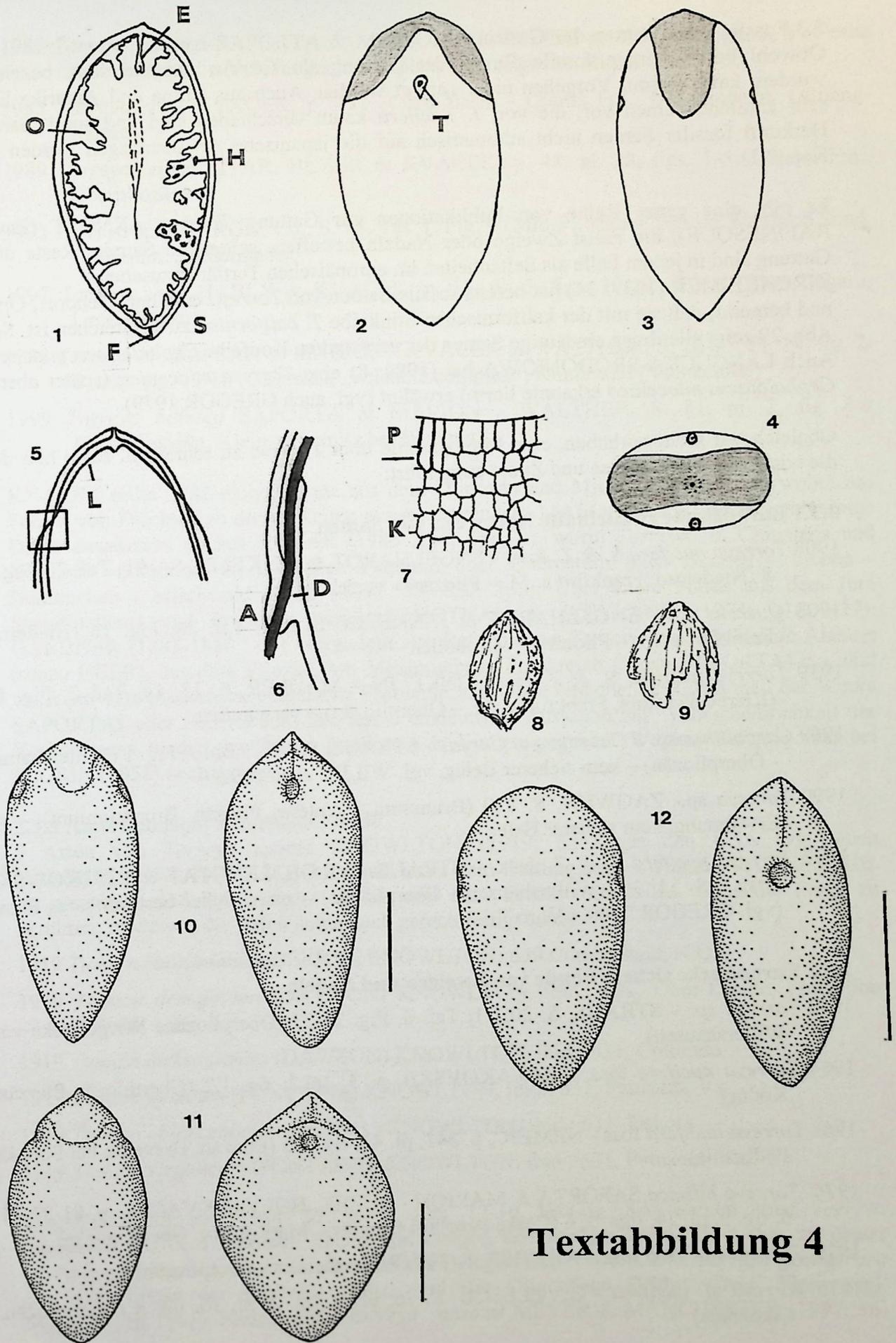
Tabelle 1: Zusammenstellung der Unterschiede bei zwei Taxaceen-Samen und dem von *Ginkgo* (*Amentotaxus* konnte leider nicht beschafft werden)

Taxon/Samen	Oberfläche	Morphologie	Leitbündel	Testawand	Besonderheit
<i>Torreya</i>	relativ glatt	eiförmig, z.T. mit Dellen	zwei apikale	zweischichtig, oben Palisaden, unten polygonales Sklerenchym	apikal rauhe Fläche, von häutigem Sarkokarp überdeckt
<i>Cephalotaxus</i>	längszellige, kreuz- und querliegende Zellabdrücke	beidseitig zugespitzt, abgeflacht	keine	zweischichtig	häutig-fleischiges Sarkokarp, stinkend
<i>Ginkgo</i>	relativ glatt	eiförmig apikal zugespitzt	keine	dünn, einschichtig	häutig-fleischiges Sarkokarp

Die Samen aus der Gegend von Frankfurt sind leider nicht mehr existent, daher können sie nicht als sichere Belege angegeben werden (ENGELHARD & KINKELIN 1908, MÄDLER 1939). Ähnliches gilt für das Willershäuser Exemplar, welches im problematischen Zustand der Erhaltung so nicht bestimmbar ist (vgl. STRAUS 1992). Beide Vorkommen werden in Textabb. 3 gezeigt.

Textabb. 4 (rechts): Schematische Riß- und Voll-Zeichnungen einer *Torreya* - Art (verändert nach SCHOPMEYER 1974).

- 1 Samenschale (S) im Längsschnitt mit Einfaltungen des Endosperms (O), mit dem Embryo (E) und Harzresten (H), sowie dem Funiculuseintritt (F)
- 2 von der Seite des knopfartigen Leitbündeleintritts (T) mit Anzeichnung der beiden rauhen Flächen am Top des Samens (grau);
- 3 dito von seitlich;
- 4 Same von oben mit den rauhen Flächen (grau) und den Leitbündeleintritten;
- 5 oberer Teil des Samens mit Leitbündelverlauf (schwarz) im Querschnitt;
- 6 Vergrößerung von 5 (Quadrat) mit Leitbündeldurchbruch (D) und Testa-Auswüchsen (A) im Längsschnitt
- 7 Samenschale im Querschnitt mit zwei Schichten, P Palisadenzellen, S Sklerenchymzellen
- 8 Zeichnung von *Torreya schulzii* von Hambach (Coll. v. d. BURGH)
- 9 Zeichnung von *Torreya schulzii* von (Hambach (Coll. v. d. BURGH)
- 10 *Torreya grandis*, China (MANCHESTER 1994: Text-fig.8 B)
- 11 *Torreya taxifolia*, Florida,(MANCHESTER 1994: Text-fig.8 C)
- 12 *Torreya clarnensis* MANCHESTER 1994 (Text-fig.8 QA)



Textabbildung 4

2.3 Fossile Vorkommen der Gattung

Obwohl bereits einige fossile Samen der Gattung als *Torreya nucifera* foss. bezeichnet wurden, kann diesem Vorgehen nicht gefolgt werden. Auch aus China und Amerika liegen sehr ähnliche Samen vor, die von *T. nucifera* kaum verschieden sind und somit darf die Herkunft fossiler Samen nicht automatisch auf die japanische Art übertragen werden (vgl. Kap. 3.1).

Es gibt eine ganze Reihe von Publikationen zur Gattung *Torreya* ARNOTT (*Tumion* RAFINESQUE), die meist Zweige oder Nadeln betreffen, selten die Samen. Reste dieser Gattung sind in jedem Falle als Seltenheiten im europäischen Tertiär anzusehen.

KIRCHHEIMER (1937: 34) hat bereits fossile Samen von *Torreya* erwähnt (Neudorf, Oppel) und bemerkt, daß sie mit der kalifornischen Stinkeibe *T. californica* zu vergleichen ist. Seine Abb. 29 zeigt allerdings eindeutige Samen der verwandten Kopfeibe *Cephalotaxus miocenica*. Auch LANCUCKA-SRODONIOWA hat (1984: 8) eine *Torreya miocenica* (später aber als *Cephalotaxus miocenica* erkannte Form) erwähnt (vgl. auch GREGOR 1979).

Obgleich wir nicht vorhaben, eine Monographie über *Torreya* zu schreiben, seien hier doch die wichtigsten Nachweise und Zitate aufgeführt:

2.3.1 Europäische zweifelhafte Nachweise von Samen

- 1908 *Torreya nucifera* S. & Z. foss. - ENGELHARDT & KINKELIN, S. 191, Taf. 23, Fig. 6-8 (Niederrad, Frankfurt a. M. - Pliozän) - verschollen
- 1908 *Quercus* sp. - ENGELHARDT & KINKELIN, S. 234, Taf. 28, Fig. 16 (Niederrad, Frankfurt a. M. - Pliozän) - verschollen
- 1939 *Torreya nucifera* S. & Z. foss. KINKELIN - MÄDLER, S. 13, 14, Taf. 2, Fig. 1-3 (Klärbeckenflora, Frankfurt a. M. - Oberpliozän) - verschollen
- 1969 *Carpolithus* sp. 8 (*Torreya* vel *Carya*) - STRAUS, S. 189, Abb. 9, Fig. 1 (Willershausen - Oberpliozän) - kein sicherer Beleg, vgl. WILDE et al. 1992
- 1990 *Torreya* sp. - ZAGWIJN, S. 220 (Brunssum - Unteres Pliozän, Brunssumium) - nur Erwähnung, kein sicherer Beleg
- 1992 *Torreya nucifera* S. & Z. foss. - STRAUS (WILDE, LENGTAT & RITZKOWSKI, Hrsg.), S. 34, 35, (Willershausen - Oberpliozän) - nicht sicher bestimmbares Fossil (vgl. GREGOR 2000, i. Vorb.)

2.3.2 Europäische sichere Funde von Zweigen und Nadeln

- 1952 *Torreya* sp. - STRAUS, S. 20, 21, Taf. 6, Fig. 21-22 (Oberpliozäne Mergelkalke von Willershausen)
- 1964 *Torreya nucifera* foss. - KOLAKOVSKII, p. 31, pl.3, fig. 1,2 (Obermiozän-Pliozän, Kodor)
- 1968 *Torreya nucifera* foss - NEMEJC, p. 341, pl. 41, fig. 4-5 (Pliozän, Drevenik bei Spiske Podhradie)
- 1976 *Torreya bilinica* SAPORTA & MARION - BUZEK, HOLY & KVACEK, p. 81-82, pl. 6, fig. 9, pl. 24, figs. 5, 6 (České střeohori Complex, Markvartice, Oberoligozän).
- 1979 *Torreya nucifera* foss. - KRÜGER, S. 398 (Willershausen - Oberpliozän)
- 1979 *Torreya* cf. *nucifera* - GIVULESCU, S. 76, pl. 9, fig. 2, pl. 36, fig. 8 (Obermiozän, Chiuzbaia)

- 1982 *Torreya bilinica* SAPORTA & MARION – KVACEK, p. 478-481, figs. 5, 6 (Ceske stredohori Mts. - Volcanogenic complex, Oberoligozän, Rupel-Chatt)
- 1982 *Torreya* sp. - KVACEK, p. 481 (Cheb Basin - Cypris Fm., Untermiozän, Ottnang-Karpat)
- 1989 *Torreya feifari* SITAR, BUZEK & KVACEK, p. 48, pl. 28, figs. 1-5 (Cerova Fm., Oberpliozän)
- 1995 *Torreya* sp. - BURGH, v.d., S. 24, Taf. 1, Fig. 4 (Mio-Pliozäner Ton im Waubach Sand, Brunssum, Niederlande)
- 1997 *Torreya* sp. - HABLY & KVACEK, p. 15, pl. 5, figs. 15-19 (Gérce, West-Ungarn, Unterpliozän)
- 1998 *Torreya bilinica* SAP. & MARION - KVACEK & WALTHER, S. 26-27, Pl. 14, fig. 7-8, text.-fig. 13/18 (Oligozän, „volcanic complex“, Kundratice, Tschechien)
- 1999 *Torreya bilinica* SAPORTA & MARION - WALTHER, S. 81, pl. 2, fig. 8-9 (Oberoligozän, Kleinsaubernitz bei Bautzen)

KVACEK teilte 1982 einige Funde aus dem Oligozän und Miozän Europas mit, wobei das Fehlen von Früchten zu diesen Zeiten etwas verwundert. MAI (1995: 533) stellte noch einige Daten zusammen, so aus KOVAR (1986: 210, Tab. 2), worin *Torreya* in Chiuzbaia und Neusiedl vorkommt, im miozänen Fagetum oder Quercetum bzw. Buchen - Eichen - Hainbuchen - Mischwald (MAI 1995: 529, 522, 535). Über ältere Funde aus dem Jura Skandinaviens und Englands berichten GOTHAN & WEYLAND (1973: 416, 417). GARDNER (1883-1886 : 44) vergleicht alte Befunde von *Torreya* aus der Kreide Alaskas (sensu HEER), aus dem Pliozän von Meximieux in Frankreich (sensu SAPORTA) u.a. und weist auf systematisch-taxonomische Probleme hin. Ohne eingehende Revisionen der Werke SAPORTAs oder HEERs sind hier keine eindeutigen Aussagen zur Wahrscheinlichkeit des Vorkommens in den erwähnten Fundorten in Europa gegeben. Weitere Befunde sind bei FLORIN (1958) nachzulesen.

2.3.3 Amerikanisch- Asiatische Funde

5 Arten von *Torreya* nannte KNOWLTON (1919: 626) aus den USA (vgl. auch HARSHBERGER 1978: 178), aber noch unter dem Gattungsnamen *Tumion* RAFINESQUE. Im einzelnen sind hier aus der Kreide und dem Tertiär mitzuteilen (ohne die Frage zu berühren, inwieweit die Arten heute noch gerechtfertigt sind):

- 1919 *Tumion carolinianum* BERRY - KNOWLTON: 630 Cumberland, N.C.
- 1919 *Tumion densifolium* (DAWSON) KNOWLTON, ibid.: 631, Ober-Kreide, Protection Island
- 1919 *Tumion dicksonioides* (DAWSON) KNOWLTON, ibid.: 631, Colorado
- 1919 *Tumion falcatum* (FONTAINE) KNOWLTON, ibid.: 631, Patuxent, Va,
- 1919 *Tumion oblanceolatum* (LESQU.) KNOWLTON, ibid.: 631, Dakota
- 1919 *Tumion virginicum* (FONTAINE) KNOWLTON, ibid.: 631, Patuxent, Va.

MANCHESTER hat (1994: 31, pl. 2, figs. 12-16, text-fig. 8A) Samen einer *Torreya clarnensis* aus dem mittleren Eozän von Oregon neu nachgewiesen, die sicher zu dieser Gattung gehören. Der Autor erwähnt weitere Belege fossiler Arten, eine *Torreya geometrora* aus dem Eozän der Florissant Flora und der Oligozänen Bridge Creek Flora (vgl. MacGINITIE 1953). Nadeln einer *Torreya masonii* MEYER & MANCHESTER (1997: 56-

57, pl. 1, figs. 7-9,13) aus dem Oligozän von Oregon, aus der John Day Fm., sind hier noch zu erwähnen. SEWARD (1919) hat aus der Kreide der USA eine „*Torreites*“ benannt.

Asiatische fossile Funde sind nur wenige bekannt, aber zwei Vorkommen sind zusammen mit einer reichen Begleitflora zu erwähnen:

1978 *Torreya* cf. *jackii* CHUN - Fossil Plants of China III: 17, Taf. 5, Fig. 9 - Tertiär

1955 *Torreya nucifera* – OKUTSU: 13, 40 – Moniwa Fm., Ishikawaguchi fossil plant bed und in der Shirasawa Fm., in der Okubushi floral zone die Nenoshiroishi Flora, Tertiär.

2.4 Stratigraphie

Wir wissen zwar, daß die Ablagerungen mit den *Torreya*-Resten pliozänen Alters sind, aber eine genauere Einstufung wäre noch wünschenswert.

Liessel läßt sich sicher als Pliozän einstufen, aber ohne weitere Möglichkeit, das Brunssumium oder evtl. sogar das Reuverium zu benennen, denn es liegt möglicherweise eine Mischflora vor. Weitere Untersuchungen folgen.

Der Fund von BURGH (1983: 38) aus Hambach liegt nach diesem Autor ohne nähere Eingrenzung ebenfalls in Schichten zwischen Brunssum und Reuver.

Hambach ist im Schichtkomplex 9 als Brunssumium anzusprechen, welches ins Reuver übergeht. Die Schichten 9A und 9B wären also noch Unterpliozän (Brunssum) und Oberteil 9B und C bereits Oberpliozän, also Reuver (vgl. dazu Abb. 3 bei GREGOR et alii 1998, verändert nach WUTZLER 1987 und hier Textabb. 3).

Auf jeden Fall stammt der Fund aus dem Komplex HM-5/S (nach GREGOR et alii 1998: Tab. 113, 114, 115, 117), also höchstwahrscheinlich aus dem „mittleren“ und oberen Teil des Pliozäns, wobei der untere Teil nicht mit Sicherheit auszuschließen ist.

GÜNTHER & GREGOR haben in diversen Bänden der Computerauswertung europäischer Carpofloren folgende Aussagen zu *Torreya* gemacht, wobei die rezenten Bedingungen auf die fossile Art übertragen wurden:

Die fossile *Torreya*-Art ist als arktotertiär und exotisch anzusprechen und zeigt das Verhalten der sog. ASA-GRAY-Disjunktion (Element AA, vgl. zu allem GÜNTHER & GREGOR 1989: 25 und hier Textabb. 7).

Der Fundorte Hambach 1-3 hat eine trockene Flora mit 45 – 50 % exotischen und 27 – 28 % paläotropischen Anteil sowie einen stratigraphischen Mixwert von 21 (Pliozän, vgl. zu allem GÜNTHER & GREGOR 1990: 32, 35).

Stratigraphisch wurden nach der Methodik der Autoren GÜNTHER & GREGOR die Fundstelle Hambach 1-3 mit dem Stratum 9C, mit einem floristischen Gepräge des Unterpliozän bestätigt (vgl. zu allem GÜNTHER & GREGOR 1992: 63, 45, 82, 229).

Die Art *T. nucifera* kommt in schlämbbarem Sediment vor, gehört zum Carpofloren-Komplex F, zur Carpofloren-Phase 6 und hat revidierte Stratigraphiewerte von 24-26 (vgl. zu allem GÜNTHER & GREGOR 1998: 138, Tab. 10). Die Phase CP 6 hat ein mehr „unterpliozänes“ Gepräge, wobei dies eben als floristische Komposition zu verstehen ist und nicht unbedingt als orthostratigraphische Einteilung. Die Art ist weiterhin regional an das Gebiet D5 gebunden (ibid. Tab. 11, S. 96), also an das Niederrheingebiet (vgl. GÜNTHER & GREGOR 1990: Tab. 19, Abb. 17 b).

Die Art ist als Dux-, Lokal- und Clivus-Fossil anzusprechen, also ein gutes Leitfossil und regional und ökologisch gut faßbar (Begriffe vgl. in GÜNTHER & GREGOR 1998: 152, Tab. 1, 5, 8). Stratigraphisch ist die Art nur aus CP 6 bekannt und hat einen nur kleinen Spielraum in dieser Phase (vgl. zu stratigraphischen Problemen GÜNTHER & GREGOR 1998: Tab. 10, 11, 13).

Insgesamt liegen also alle Reste aus dem sog. Unteren bis Mittleren Pliozän vor, keine aus tieferen Lagen (excl. Nadeln evtl. aus dem Obermiozän, BURGH 1995) oder aus dem Oberen (Reuver p.p., Tegelen). Die floristische Komposition der Begleitflora ist ebenfalls, wie zu sehen war, als „unteres Pliozän“ zu bezeichnen. Da im Moment die Frage ungeklärt ist, ob es ein Unteres und Oberes Pliozän gibt oder ein Unteres, Mittleres und Oberes, ist die Flora aus dem Brunssum also eher als Komposition der Unteren Pliozänzeit zu bezeichnen. Das Reuver und das Tegelen wären dann das Oberpliozän. Diese Vorschläge gelten nur solange die internationale Bestimmung der Plio-Pleistozän-Grenze noch im Argen liegt.

Diese Auswertungen sind aber als Anzeichen einer Komposition, nicht unbedingt einer Zeitstufe anzusprechen. Solange wir nicht wissen, in welchen Gebieten z.B. ein unterpliozänes Gepräge einer Flora als Relikt im Oberpliozän überdauern kann, sind stratigraphische Aussagen relativ vorsichtig vorzunehmen (GÜNTHER & GREGOR, in Vorb.)

2.5 Ökologie - Soziologie

Das rezent noch existierende Element *Torreya* ist ein Baum, wächst auf trockenem Standort, ist arktoteriär-exotisch, hat eine disperse Verbreitung als Relikt, aber auch deutlich mit ASA-GRAY-Disjunktion (Amerika-Asien). Diese Daten können auf die fossile Art übertragen werden, da sie dann ökologisch und stratigraphisch besser faßbar ist (vgl. zu allem GÜNTHER & GREGOR 1989: 25).

Die Begleitflore der fossilen Art werden hier kurz zusammengestellt, wobei die Tabelle 2 möglichst viele Taxa umfassen sollte, um das Gesamtgepräge der begleitenden Biotope bzw. Wälder zu verstehen.

OKUTSU hat (1955: 13, 40) einige fossile Begleiter seiner *Torreya nucifera* erwähnt, leider ohne bei seinen Befunden anzugeben, ob es sich um Blätter oder Samen handelt: *Juglans*, *Pterocarya*, *Carpinus*, *Sequoia*, *Glyptostrobus*, *Ostrya*, *Fagus*, *Quercus*, *Cercidiphyllum*, *Magnolia*, *Litsea*, *Cinnamomum*, *Sorbus*, *Prunus*, *Ilex*, *Acer*, *Tilia*, *Cornus*, *Vaccinium*, *Ulmus* und *Dryophyllum*.

Tabelle 2: Begleitformen der fossilen *Torreya schulzii* und Vergleichstaxa bei rezenten *Torreya*-Arten. Es werden keine Wasser- oder Riedpflanzen und keine Formgattungen verwendet. + erwähnte Art (+) andere, verwandte Art - keine Angaben.

A Hambach nach BURGH 1983: 79 und BURGH & MOOSBRUGGER 1987; B Liessel nach PETERS 1994: 17; C Hambach 1-3 nach GÜNTHER & GREGOR 1989; D Rezente Vergleichstaxa (nach WANG 1961, HARSHBERGER 1978, HARA & KANAI 1959: 52, 59, SCHIMPER 1935: 679, 842, 890, 1364).

Fundorte	A	B	C	D
Taxa				
<i>Acer monspessulanum</i>	+	+	+	+
<i>Acer spec.</i>	+	+	+	+
<i>Actinidia faveolata</i>	+	+	+	+
<i>Aesculus spinosissima</i>	-	+	-	+
<i>Alnus spec.</i>	+	+	+	+
<i>Ampelopsis malvaeformis</i>	+	+	+	+
<i>Carpinus betulus foss.</i>	+	+	+	+
<i>Carya angulata</i>	-	+	-	+
<i>Carya ventricosa</i>	+	+	+	+
<i>Cinnamomum costatum</i>	-	+	-	+
<i>Comptonia spec.</i>	-	+	-	-

<i>Cornus buglovia</i>	-	+	-	+
<i>Cornus controversa</i>	-	+	-	+
<i>Cornus spec.</i>	-	+	-	+
<i>Corylopsis urselensis</i>	+	+	+	+
<i>Corylus avellana foss.</i>	-	+	-	+
<i>Crataegus cf. monogyna</i>	-	+	-	+
<i>Crataegus spec.</i>	+	+	+	+
<i>Cyclocarya nucifera</i>	-	+	-	-
<i>Dendrobenthamia tegeliensis</i>	-	+	-	-
<i>Enkianthus spec.</i>	-	+	-	-
<i>Eucommia europaea</i>	+	+	+	+
<i>Fagus decurrens</i>	+	+	+	+
<i>Frangula spec.</i>	-	+	-	+
<i>Gaylussacia rhenana</i>	-	+	-	-
<i>Glyptostrobus europaea</i>	+	+	+	-
<i>Halesia crassa</i>	+	+	+	+
<i>Ilex aquifolium foss.</i>	+	-	+	+
<i>Ilex fortunensis</i>	+	-	+	-
<i>Ilex saxonica</i>	-	+	-	-
<i>Ilex spec.</i>	+	+	+	+
<i>Juglans bergomensis</i>	+	+	+	-
<i>Juglans costata</i>	-	+	-	-
<i>Juniperus spec.</i>	-	+	-	-
<i>Leucothoe sp.</i>	-	+	-	-
<i>Liquidambar magniloculata</i>	+	+	+	+
<i>Liriodendron geminata</i>	+	+	+	+
<i>Magnolia cf. burseracea</i>	-	+	-	+
<i>Magnolia cor</i>	+	+	+	+
<i>Mahonia staphyleaeforme</i>	-	+	-	-
<i>Meliosma pliocaenica</i>	-	+	-	+
<i>Meliosma wetteraviensis</i>	-	+	-	-
<i>Myrica spec.</i>	+	+	+	-
<i>Myrica suppanii</i>	-	+	+	-
<i>Nyssa disseminata</i>	+	+	+	+
<i>Ostrya carpinifolia</i>	+	-	+	+
<i>Oxydendrum europaeum</i>	+	-	(+)	-
<i>Paliurus ramosissimus</i>	-	+	-	+
<i>Phellodendron elegans</i>	+	+	-	-
<i>Picea spec.</i>	+	+	-	-
<i>Pinus spec.</i>	+	+	+	+
<i>Platanus spec.</i>	-	+	-	-
<i>Prunus cf. cerasifera</i>	-	+	-	-
<i>Prunus girardii</i>	-	+	-	+
<i>Prunus spec.</i>	+	+	+	+
<i>Prunus spinosa</i>	+	+	+	+
<i>Pterocarya limburgensis</i>	+	+	+	+
<i>Pyracantha acuticarpa</i>	+	+	+	-
<i>Quercus spec.</i>	+	+	(+)	+
<i>Rubus spec.</i>	+	+	(+)	+

<i>Sabia europaea</i>	-	+	-	-
<i>Sambucus pulchella</i>	+	+	+	-
<i>Sequoia langsdorfii</i>	+	+	+	+
<i>Sinomenium cantalense</i>	-	+	-	-
<i>Sorbus torminalis</i>	(+)	+	(+)	+
<i>Staphylea spec.</i>	+	+	(+)	-
<i>Stewartia beckerana</i>	+	+	+	+
<i>Styrax maximus</i>	+	+	+	+
<i>Swida sanguinea</i>	-	+	-	+
<i>Swida kräuseli</i>	-	+	-	-
<i>Symplocos gothanii</i>	-	+	-	-
<i>Symplocos cf. granulosa</i>	-	+	-	-
<i>Symplocos lignitarum</i>	+	+	+	+
<i>Symplocos salzhausemensis</i>	+	+	+	-
<i>Symplocos spec.</i>	+	+	+	+
<i>Taxodium dubium</i>	+	+	+	-
<i>Ternstroemia dorofeevii</i>	-	+	-	-
<i>Tilia tuberculata</i>	-	+	-	+
<i>Toddalia maii</i>	-	+	-	-
<i>Toddalia rhenana</i>	+	-	+	-
<i>Toddalia spec.</i>	-	+	+	+
<i>Torreya schulzii</i>	+	+	+	+
<i>Trichosanthes fragilis</i>	-	+	-	-
<i>Vitis cf. sylvestris</i>	+	+	-	+
<i>Vitis parasylvestris</i>	-	+	-	-
<i>Vitis spec.</i>	(+)	+	+	+
<i>Zanthoxylum wendingense</i>	-	+	-	+

2.6 Klimatologie

Als Klimategebeheiten sensu KÖPPEN lassen sich ein Cfa- bzw. Cw-Klima rekonstruieren, wie es vor allem die bisher bekannten ökologisch-soziologischen Daten erwarten lassen. BURGH hat in mehrfachen Publikationen das Paläoklima der Hambacher Floren im obigen Sinne beschrieben (1978, 1983, 1986, 1987, 1988), wobei immer wieder das Cfa- Klima zu benennen war.

In Amerika lassen sich bei den beiden rezenten Arten eindeutig die Klimatypen A, B, und C (hier Cr) benennen, mit Dominanz bei Cr, einem „moist subtropical climate“ sensu THORNTHWAITE (vgl. LITTLE 1971, Overlay 9, vgl. hier Textabb. 7).

3. Die rezenten Vergleichsarten

3.1 Samenmorphologie

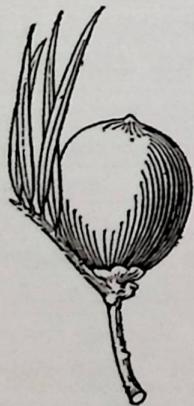
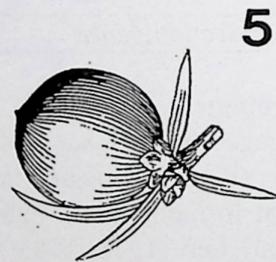
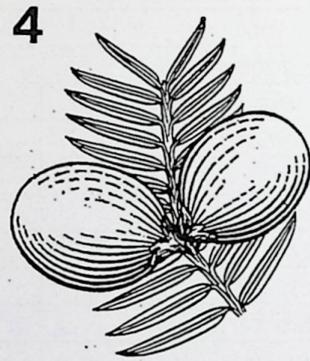
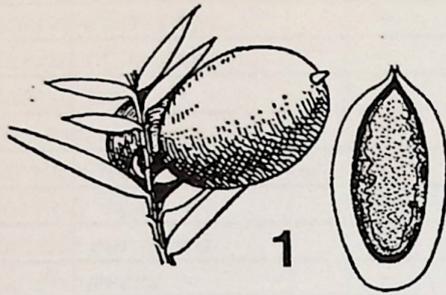
Einen Überblick über die Morphologie der rezenten Arten gibt Textabb.5 (verändert nach SARGENT 1965: 91-93, KRÜSSMANN 1983, FLORA REIPUBLICAE SINICAE, 7, 1978: 457-467), aber z.T. auch Textabb. 4).

Die Gattung *Torreya* gliedert sich in die in Kap. 3.2 besprochenen Typen auf (vgl. KRÜSSMANN 1983: 353-356).

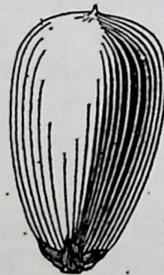
Bei den rezenten Samen ist im Gegensatz zu den fossilen noch ein Arillus, ein Sarkokarp, also ein fleischiger Mantel vorhanden. Die 4 basalen Schuppen sind rezent nicht auf der Samenschale als Abdruck sichtbar und fehlen auch beim fossilen Funikulusansatz. Das Sarkokarp ist im apikalen Bereich unterschiedlich ausgebildet und hinterläßt auf der Teste die seltsam rauhen Flächen, die unterhalb des Hilums liegen (Textabb. 2 – 4).

Textabb.5: Ansichten der variablen Früchte von rezenten Arten der Gattung *Torreya*, z.T. mit Samen:

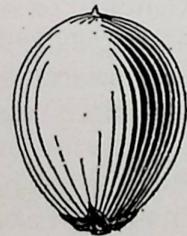
1,2 *T. nucifera*, 3 *T. californica*,
4 *T. fargesii*, 5 *T. yunnanensis*,
6 *T. jackii*, 7 *T. grandis*



6



7



Textabbildung 5

Der Arillus ist dünnlagig fleischig und harzig, die Testa zweischichtig mit äußeren Palisaden, das Endosperm hat harzig ausgebildete, vom Rand her einmündende Taschen und Schlotten aufzuweisen, die aber fossil ebenfalls fehlen.

Als rezente Vergleichsart kommt nicht, wie erst vermutet, eindeutig *Torreya nucifera* (zu längliche Samen) in Frage, sondern Zweifelsohne die amerikanische Art *Torreya californica*, die mit unserem Fossil fast identische Samen hat.

Auch *T. taxifolia* sowie die asiatischen Arten *Torreya grandis* mit großen rundlich-eiförmigen Samen, und auch die *T. jackii* sind – wenn auch weniger überzeugend – vergleichbar. *T. nucifera* bleibt nur als weitere „Verwandte“ vergleichbar.

3.2 Geographische Verbreitung

Die Gattung *Torreya* ARNOTT zeigt eine fast klassische Form der Verbreitung: W- und SE-Nordamerika und SE-Asien, die sog. ASA-GRAY-Disjunktion (vgl. hier Textabb. 6). Gattungen mit einer derartigen Verbreitung werden als isoliertes Relikt einer prä-pleistozänen weitverbreiteten zirkumpolaren Flora der höheren Breiten angesehen.

Trotz mancher systematisch-taxonomischen Verwirrung lassen sich die Arten gut fassen, wobei folgende Bestimmungen noch offen bleiben müssen (vgl. KRÜSSMANN 1983: 353-356, 1983: 356, OHWI 1965: 110):

Torreya fargesii FRANCH. = *T. grandis* FORT.

Torreya nucifera var. *grandis* FORT

Torreya nucifera var. *macrosperma* (MIYOSHI) KOIDZ. = *T. macrosperma* MIYOSHI

Torreya nucifera var. *radicans* NAKAI = *T. fruticosa* NAKAI

Torreya nucifera var. *igaensis* (DOI & MORIKAWA) OHWI = *T. igaensis* DOI & MORIKAWA

3.2.1 Die nordamerikanischen Arten

Die geographische Verbreitung der beiden unten genannten Arten wird auf den Karten 87 W und 88 E in LITTLE 1971 diffizil gezeigt - beide lassen typische punktförmige Reliktstandorte erkennen, die vor allem durch canyonartige Schluchten als Standorte gekennzeichnet sind (vgl. hier Textabb. 6A, 7).

Torreya californica TORR.

Entlang von Gebirgsflüssen in California (Textabb. 7 SW); nicht häufig, aber weit verbreitet von Mendocino Co. bis zu den St. Cruz Bergen in der Küstenregion und entlang der westlichen Hänge der Sierra Nevada von Eldorado bis Tulare Co., Höhe 3.000-5.000 Fuß; (vgl. SARGENT 1965: 92). Die Art kommt im „middle belt“ der Sierra Nevada Mountain Flora vor, einem primären Nadelwald mit Kiefern, Zeder und Tanne sowie Mammutbaum (HARSHBERGER 1978: 267).

Die Art gedeiht auch in tiefen Schluchten, Canyons und steilen Hängen der Interior Upland Range Forest Formation (Mendocino Area) mit *Pseudotsuga*, verschiedenen Arten von *Quercus* und *Pinus*, *Castanopsis*, *Acer*, *Cornus* vel *Swida*, *Fraxinus* u.a. (ibid.: 606). In der *Pinus ponderosa* Formation der Sierra erscheint die Art wieder mit *Quercus*, *Prunus*, *Abies* und vor allem mit *Sequoia* (ibid.: 617).

Torreya taxifolia ARNOTT

Eine seltene und entlang des östlichen Ufers des Apalachicola River (Fla.) von River Junction bis Bristol, Liberty Co. und SW Decatur Co., Georgia (SARGENT 1965: 92) verbreitete Art (vgl. Textabb. 7 SE).

3.2.2 Die asiatischen Arten

Die Gattung ist typisch im MMF und EBLF Chinas (WANG 1961: 100, 135). Es sind folgende Arten in Asien vertreten (Textabb. 6b):

Torreya nucifera (L.) SIEB. & ZUCC.

Japan, Hondo, Shikoku, in Bergwäldern bis zu 1000 und 1400 m. HARA & KANAI (1959: 52) nennen die Art vom Tanba Plateau (Hokuriku) und den Chugoku Bergen, aber auch von der Sohayaki Region über 1000 m Höhe (Shikoku). Honshu (Kanto Distr.) und Kyushu erwähnt OHWI (1965: 110).

Torreya grandis FORT.

China in Chekiang (Tienmu Shan, Tientai Shan, Szeming Shan), in Anhui, Fujien, Guizhou, Hunan, Jiangsu und Jangxi speziell in MMF mit einer Komposition der Wälder ähnlich der von *T. jackii* und zusammen mit letztere Art.

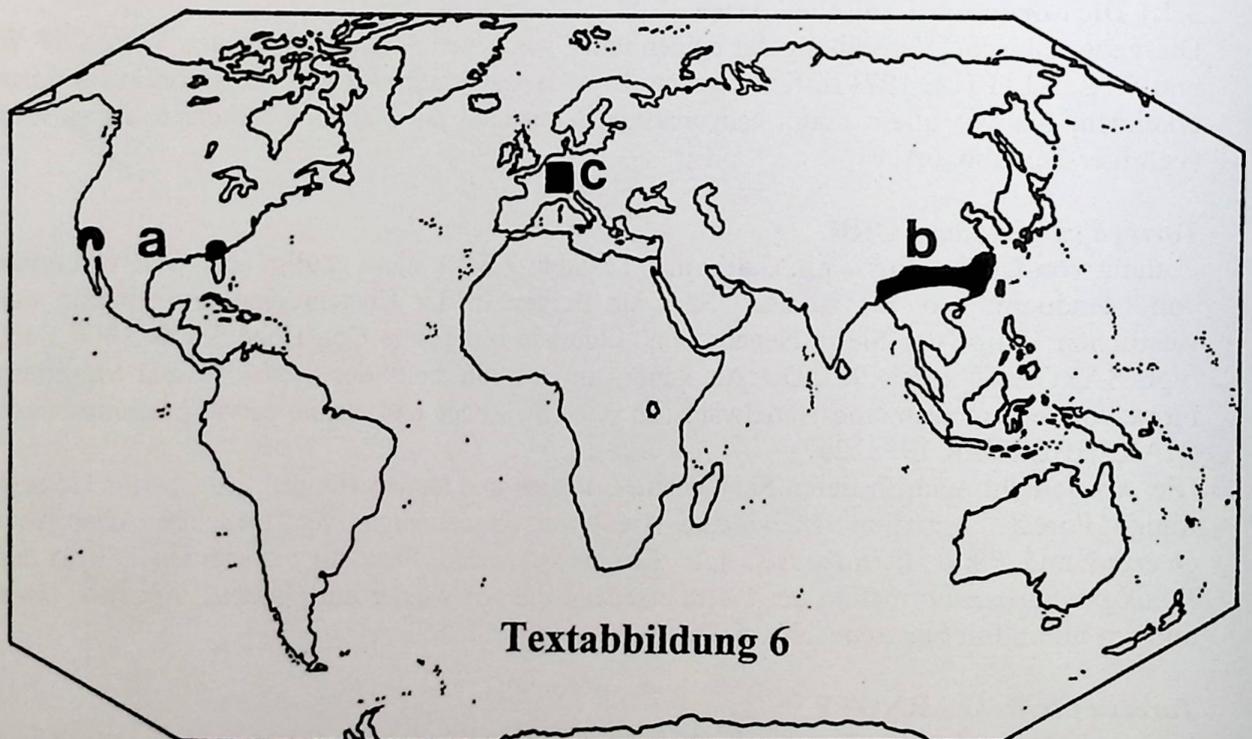
Gleiches gilt für die MMF von N Chekiang und S Anhwei mit der Komposition *Keteleeria*, *Pinus*, *Cryptomeria* u.v.a. Koniferen (vgl. WANG 1961: 103, 106, 107, 120, 127).

Torreya fargesii FRANCH.

China, vor allem in MMF von W Hupeh und Szechuan, sowie E Kweichow, zusammen mit *Tsuga*, *Fagus*, *Carya*, *Eucommia*, *Sargentodoxa*, u.a. (vgl. WANG 1961: 113, 118, 120, 126).

Torreya jackii CHUN

China, vor allem in MMF des Tientai Shan in N Chekiang zusammen mit *Pinus*, *Cephalotaxus*, *Quercus*, *Meliosma*, *Magnolia*, Juglandaceen, *Alnus*-Arten u.v.a. (vgl. WANG 1961: 106, 127).



Textabbildung 6

Textabb. 6: Geographisches Vorkommen der amerikanischen (a) und asiatischen (b) Arten von *Torreya* (verändert nach KRÜSSMANN) sowie Angabe der europäischen Fundorte Hambach und Liessel (c)

3.3 Ökologie - Soziologie

Wie schon ausgeführt, kommen die Arten der Gattung speziell im MMF Chinas vor als Begleiter dichter Koniferen- und Laubwälder. Folgende Taxa sind im MMF Asiens mit den dortigen *Torreya*-Arten vergesellschaftet (vgl. auch Tab. 1): *Cephalotaxus*, *Chamaecyparis*, *Magnolia*, *Rhododendron*, *Carpinus*, *Acer*, *Quercus*, *Fagus*, *Lindera*, *Prunus* etc.

In Höhen von 1500 - 2200 m Höhe NN gedeiht die nordamerikanische Gruppe speziell in Schluchten und an steilen Hängen in Kiefern- und Koniferenwäldern der Sierra Nevada. Die „White fir phase“ ist mesisch geprägt und reich an Komponenten (vgl. BARBOUR & BILLINGS 1988, Fig. 5, 10, S. 147, Tab. 5, 12). HARSHBERGER erwähnt (1978: 267, 606) einige Arten von Begleitformen wie *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Sequoia*, *Populus*, *Alnus*, *Quercus*, *Prunus*, *Acer*, *Cornus* u.v.m.

SCHIMPER (1935) geht näher auf die verschiedenen Arten ein und nennt als Vegetationseinheiten für die diversen Arten von *Torreya*:

Torreya grandis (ibid. 679): im temperierten Regenwald M-Chinas (Hunan, Kweitschou) finden wir mit der Art vergesellschaftet *Cupressus*, *Cephalotaxus*, *Cunninghamia*, *Pinus*, *Juniperus*, *Lithocarpus*, *Phoebe*, *Acer*, *Prunus*, *Cornus*, *Zelkova*;

Torreya californica (ibid. 842): im Küstenwald vor allem *Pinus sabiniana*, *P. balfouriana*, *P. coulteri*, *Juniperus californica*;

Torreya nucifera (ibid. 890): in der Kastanienzone von N-Honshu finden sich *Magnolia*, *Quercus*, *Cephalotaxus*, *Pinus*, *Tsuga*, *Fagus*, *Cercidiphyllum*, *Abies*, *Juniperus*, *Ostrya*, *Carpinus*, *Prunus*;

Torreya fargesii (ibid. 1364): im temperierten hochwüchsigen Regenwald der unteren montanen Stufe eine artenreiche, z.T. immergrüne Vergesellschaftung mit *Quercus*, *Pterocarya*, *Corylus*, *Magnolia*, *Lauaceen*, *Sorbus*, *Rhododendron*, *Picea*, *Tsuga* und *Abies*.

3.4 Klimagegebenheiten

Bereits 1991 hatten KNOBLOCH, KVACEK & GREGOR eine *Betula henningii* benannt, dann PINGEN & GREGOR (1994) eine *Tilia gieskei* und GREGOR (1993) *Liquidambar wutzleri*. In allen Fällen wurden die Klimagegebenheiten rekonstruiert, wobei immer wieder ein Cfa-Klima mit verschiedenen Jahresmitteltemperaturen genannt wurde. Wie paßt sich nun das neue Element in diese Angaben ein?

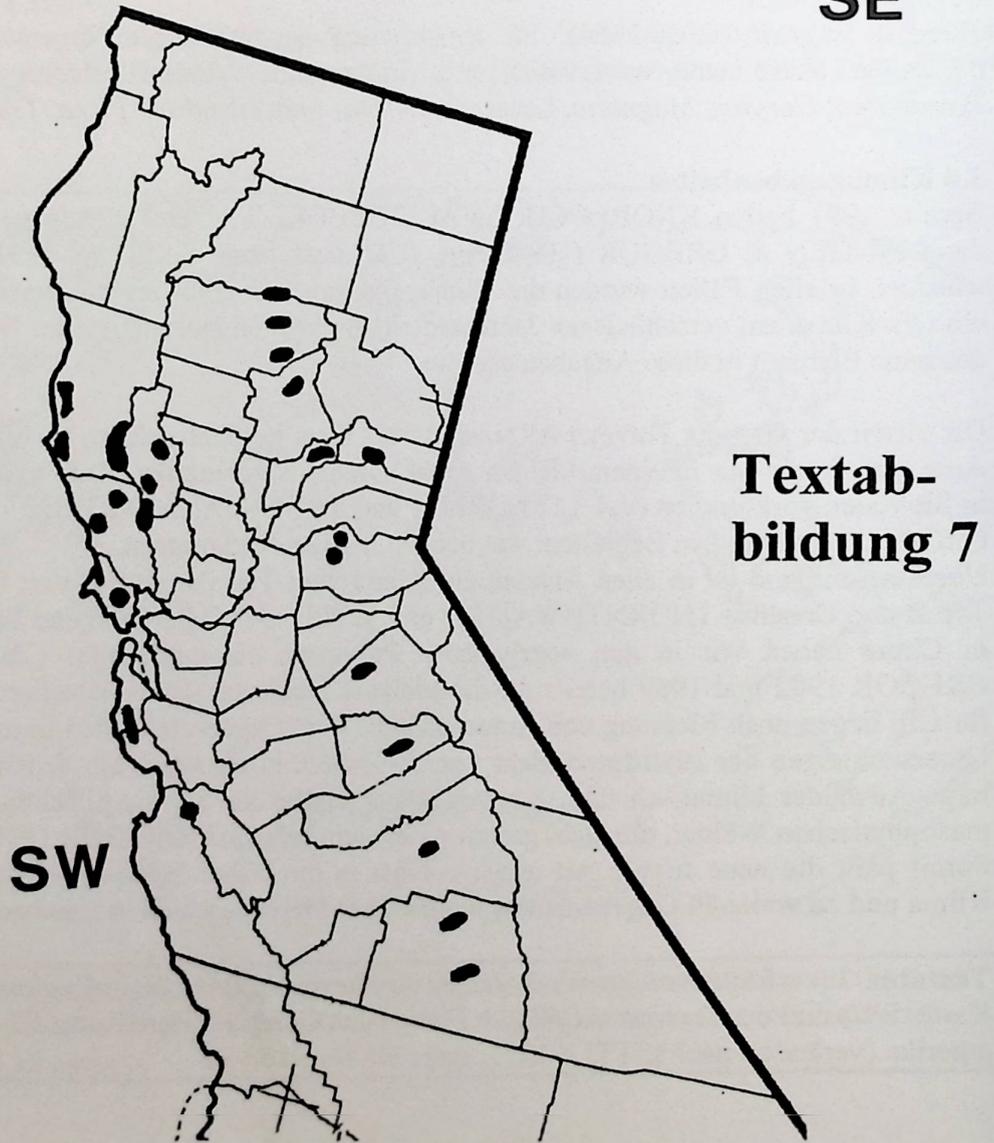
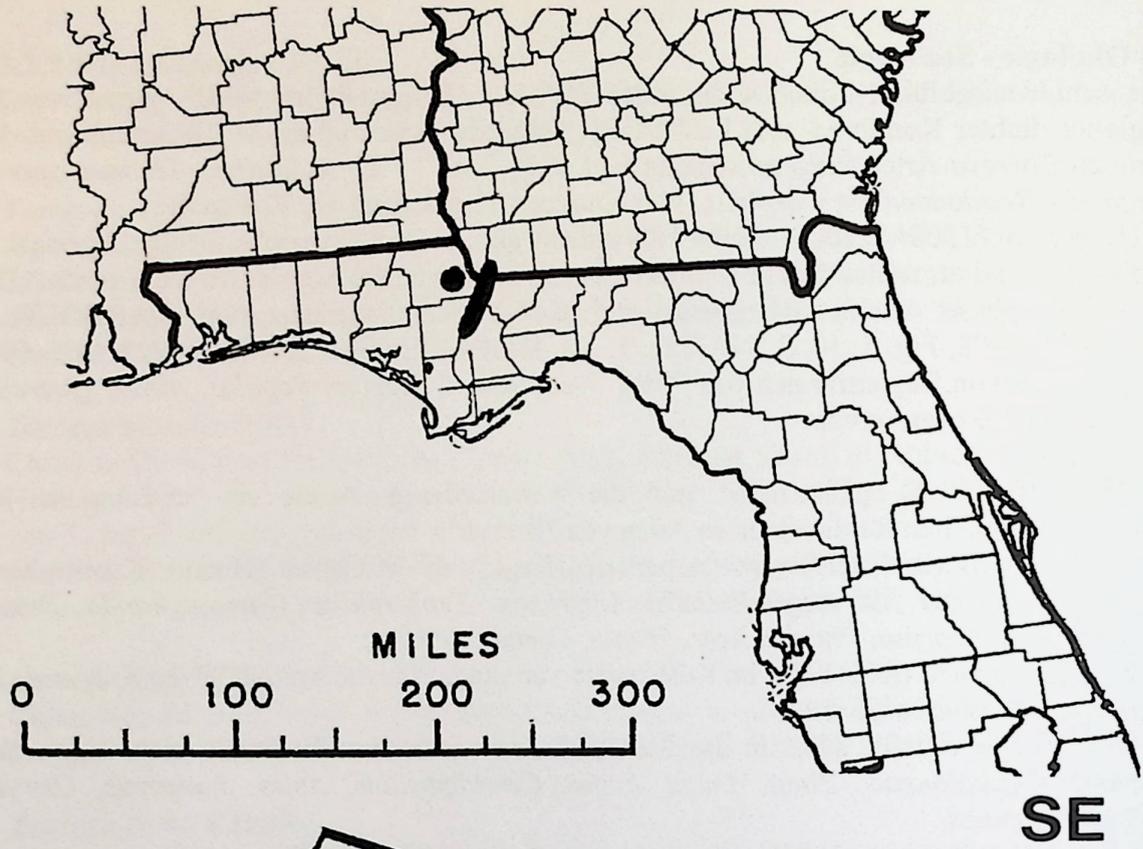
Die Arten der Gattung *Torreya* ARN. sind trotz ihres Reliktcharakters hervorragende Klima-Anzeiger, da sie nur in einem kleinen Areal von SE-Nordamerika (Kalifornien, Florida) und in SE-Asien vorkommen (vgl. LITTLE 1971 und KRÜSSMANN 1983: 353 - 358, Abb. 214), dort aber genau mit den Begleitern wie bei den fossilen Vorkommen.

Übereinstimmend ist in allen Arealen ein Klima vom Typ Cw und Cfa zu finden (bzw. der Typ B und Cr sensu THORNTHWAITE, vgl. LITTLE 1971, Map 88-E und W, Overlay 9).

In China haben wir in den angegebenen Provinzen ein eindeutiges Cfa-Klima, wie es GREGOR 1982 und 1989 bereits für die Molasse Süddeutschlands postuliert hat. Anzeichen für Cfb liegen nach Meinung von Autor GREGOR im Gegensatz zu den Ergebnissen aus den Untersuchungen der Blattfloren nicht vor, da letztere in Hambach als Feuchtbodenbesiedler bzw. Auwälder klimatisch immer etwas kühler erscheinen als die allochthonen Floren der mesophytischen Wälder, die nicht grundwasserbeeinflusst sind (GREGOR 1990).

Somit paßt die neue fossile Art ausgezeichnet in die bisher bekannten Vorstellungen zum Klima und zu weiteren Gegebenheiten jungtertiärer Floren, speziell in Hambach.

Textabb. 7 (rechts): Heutiges Vorkommen der *Torreya californica* in California (Untere Karte, SW) und der *Torreya taxifolia* in Florida und Georgia (Obere Karte, SE) in Nordamerika (verändert nach LITTLE 1971, maps 88-W und 88-E)



6. Literatur

- BARBOUR, M. G. & BILLINGS, W. D. (1988): North American Terrestrial Vegetation.- 434 pp., many figs., Cambridge Univ. Press, N.Y.
- BUŽEK, Č., HOLY, F., KVAČEK, Z. (1976): Tertiary flora from the Volcanogenic Series at Markvartice and Veselíčko near Česká Kamenice (České středohoří Mts.). - Sbor. Geol. věd, P, 18: 69-132
- BURGH, J. v. d. (1978): The Pliocene Flora of Fortuna-Garsdorf, I. Fruits and seeds of angiosperms.- Review Palaeobot. Palyn., 26: 173-211, 7 pls., Amsterdam
- BURGH, J. v. d. (1983): Allochthonous seed and fruit floras from the Pliocene of the Lower Rhine Basin.- Review Palaeobot. Palyn., 40: 83-90, 5 Tab., 4. Taf., Amsterdam
- BURGH, J. v. d., (1986): Ökologische Interpretation miozäner Floren des Niederrheinischen Braunkohlenreviers.- Documenta naturae, 33, 11-16, 6 Abb., 1 Taf., München
- BURGH, J. v. d. (1987): Miocene floras in the Lower Rhenish Basin and their ecological interpretation.- Rev. Palaeobot. Palynol., 52: 299-366, 6 figs., pls I-XII; Amsterdam
- BURGH, J. v. d. (1988): Some local floras from the "Neogene" of the Lower Rhenish basin.- Tertiary Res., 9, 1-4: 181-212, 1 text-fig., 11 tabl., 4 pls., Leiden
- BURGH, J. v. d. (1995): An Upper Miocene leaf flora from the Southern Netherlands and its ecological interpretation.- Meded. Rijks Geol. Dienst, 52: 23-34
- BURGH, J.v.d. & MOOSBRUGGER, V., (1987): The vegetation and ecology of the Rhenish brown coal. - In: Guide to Excursion No. 08 - The ecology and evolution of fossil floras in W Germany. (XIV Internat. Bot. Congr., Excursion Guide), 30-47, 6 Fig., Berlin
- ENGELHARDT, H. & KINKELIN, F. (1908): Oberpliozäne Flora und Fauna des Untermaintales, insbesondere des Frankfurter Klärbeckens. - Abh. Senck. Naturf. Ges., 29: 151-306, Taf. 22-36; Frankfurt a.M.
- FERGUSON; D., JÄHNICHEN; H. & ALVIN, K. L. (1978): Amentotaxus PILGER from the European Tertiary.- Feddes Rep., 89, 7-8: 379-410, 20 pls., 10 figs., 3 tabs., Berlin
- FLORA REIPUBLICAE SINICAE, 7, (1978): Coniferae.- 542 S., viele Abb., Beijing
- FLORIN R. 1958: On Jurassic Taxads and Conifers from northwestern Europe and eastern Greenland.- Acta Horti Bergiani 17: 257-402
- FOSSIL Plants of China III. (1978): Cenozoic Plants of China (ed. Peking Inst. Bot. & Nanking Inst. Geol. Palaeont.).- 232 S., 149 Taf., 86 Abb., Science Press, Peking
- GARDNER, J. S. (1883-1886): A Monograph of the British Eocene Flora, vol. II. Gymnospermae.- Palaeont. Soc. London: 1-159, 27 pls., London
- GIVULESCU, R. (1979): Paläobotanische Untersuchungen im Pflanzenfundort Chiuzbaia.- Mem. Inst. Geol. Geophys., 28: 65-150
- GOTHAN, W. und WEYLAND, H. (1973): Lehrbuch der Paläobotanik.- BLV Verlagsgesellschaft, 677 S., 384 Abb., 32 Taf., 4 Tab., München
- GREGOR, H.-J. (1979): Fruktifikationen der Gattung *Cephalotaxus* SIEBOLD & ZUCCARINI aus dem Tertiär Europas und Japans.- Feddes Rep., 90, 1-2: 1-10, 2 Taf., 2 Abb., Berlin

- GREGOR, H.-J. (1989): Versuch eines neuen Klima-Modells für die Zeit der Oberen Meeres- und Süßwassermolasse in Bayern.- Documenta naturae, 46: 34-47, 2 Taf., 19 Abb.; München
- GREGOR, H.-J. (1990): European long range correlations, a new phytozonation for Neogene floras in the Tethys-Paratethys-region and the problem of the salinity crisis (a computer program).- Proc. Symp. Paleofloristic a. paleoclimatic changes (ed. KNOBLOCH & KVACEK), IGCP 216: pp. 239-254, 6 figs., 8 tabs.; Prague
- GREGOR, H.-J. (1992): *Ginkgo geissertii* nov. spec. aus dem Pliozän des Elsaß, der Erstnachweis von *Ginkgo*-Samen im mitteleuropäischen Neogen.- Documenta naturae, 74: 26-31, 2 Abb., Taf. 8; München
- GREGOR, H.-J. (1993): WUTZLERs Amberbaum - ein neues exotisches Element aus dem Obermiozän von Hambach.- Documenta naturae, 80: 1-10, Abb. 1-8, Taf. 1; München
- GREGOR, H.-J. (2000): Die Flora von Willershausen - kritische Bemerkungen zu Palökologie, Soziologie und Paläoklima der Fundstelle.- Documenta naturae, in Vorb.
- 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, 104/2: 1-83, 142 Tab., 8 Taf., München
- GREGOR, H.-J., PINGEN, M., MAYR, CH. & SCHMITT, H. (1999): Die neogene Makrofloren-Abfolge im Tagebau Hambach der Rheinbraun AG Köln - erste Ergänzungen.- Documenta naturae, 104, Bd.3: 1-81, 111 Tab., 8 Taf., München
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1989): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 1: Fundorte und deren Florenlisten.- Documenta naturae, 50/1, 180 S., 5 Tab., 3 Abb., München
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1990): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 2: Florenmerkmale und ihre stratigraphisch-geographischen Abhängigkeiten.- Documenta naturae, 50/2, 159 S., 23 Tab., 50 Abb., München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1992): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 3: Übereinstimmungen von Florenlisten und ihre stratigraphisch-geographischen Beziehungen.- Documenta naturae, 50/3, 244 S., 224 Tab., 4 Abb., München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1993): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 4: Carpodifloren, Carpodifloren-Komplexe und Carpodifloren-Phasen.- Documenta naturae, 50/4, 190 S., 20 Abb., 221 Tab., München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1997): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 5: Artennachweise und stratigraphische Problematik.- Documenta naturae, 50/5, 150 S., 2 Abb., 11 Tab., München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1998): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 6: Temporale, regionale und ökofazielle Bewertung von Arten.- Documenta naturae, 50/6, 154 S., 1 Abb., 13 Tab., München
- HABLY, L. & KVACEK, Z. (1997): Early Pliocene plant megafossils from the volcanic area in West Hungary.- Studia naturalia 10: 5-151, Budapest
- HARA, H. & KANAI, H. (1959): Distribution Maps of Flowering Plants in Japan, fasc. 2-94 pp., maps 101-200, INQUE Book Co., Tokyo
- HARSHBERGER, J. W. (1978): Phytogeographical Survey of North America. - 790 S., 18 Taf., 1 Karte, Hafner Publ. Co, NewYork

- KIRCHHEIMER, F. (1937): Grundzüge einer Pflanzenkunde der deutschen Braunkohlen. - 153 S., 117 Abb., 3 Übers., Halle/Saale
- 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, 2 Abb., 4 Taf.; München
- KNOWLTON, F. H. (1919): A catalogue of the Mesozoic and Cenozoic plants of North America.- *U. S. Geol. Surv., Bull.* 696, 815 pp., Washington
- KOLAKOVSKII, A. A. (1964): Pliotseovaya flora Kodora. - *Monogr. Sukh. Bot. Sad AN Gruz. SSR*, 1: 1-209
- KOVAR, J. (1986): Erste Ergebnisse vergleichender floristischer Untersuchungen an miozänen Floren der alpinen Molasse und des pannonischen Raumes (Wiener Becken und angrenzende Gebiete.- *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 86: 205-217, 1 Abb., 4 Tab., Frankfurt
- KRÜGER, F.J. (1979): Tongrube Willershausen, ein geologisches Naturdenkmal.- *Aufschluß*, 30: 389-408, 9 Abb., Heidelberg
- KRÜSSMANN, G. (1983): Handbuch der Nadelgehölze.- 396 S., 785 z.T. farb. Abb., P. Parey Verl., Berlin
- KVACEK, Z. (1982): Tertiary Taxads of NW Bohemia.- *Acta Univ. Carolinae – Geol.* 4: 522-523, Praha
- KVACEK, Z. & WALTHER, H. (1998): The Oligocene volcanic flora of Kundratice near Litomerice, Ceske Stredohori volcanic complex (Czech Republic) – a review.- *Acta Mus. Nat. Pragae, B, Hist. Nat.*, 54, 1-2: 1-42, 16 pls., 3 tabs., 13 Text-figs., Prague
- LANCUCKA-SRODONIOWA, M. (1984): The results obtained hitherto in studies on the Miocene macroflora from the salt-mine at Wieliczka (S.Poland).- *Acta Palaeobot.*, 24, 1, 2: 2-25, 3 Taf., Krakow
- LITTLE, E.L. (1971): Atlas of United States Trees, vol. 1, Conifers and Important Hardwoods.- *Misc. Publ.* 1146, 9 pp., 200 maps, U. S. Dept. Agricult., Forest Service, Washington
- MacGINITIE; H. D. (1953): Fossil plants of the Florissant beds, Colorado.- *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, 599, 198 pp., 75 pls., Washington
- MÄDLER, K. (1939): Die pliozäne Flora von Frankfurt am Main.- *Abh. senckenberg. naturforsch. Ges.*, Abh. 46: 202 S., 34 Abb., 13 Taf., Frankfurt a. M.
- MAI, D. H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas - Methoden und Ergebnisse.- 691 S., 257 Abb., 14 Taf., 23 Tab., G. Fischer Verl., Jena
- MANCHESTER, ST. R. (1994): Fruits and Seeds of the Middle Eocene Nut Beds Flora, Clarno Formation, Oregon.- *Palaeontographica Americana*, 58: 205 pp., 24 text-figs., 70 pls., Lawrence
- MEYER, H. W. & MANCHESTER, S. R. (1997): The Oligocene Bridge Creek flora of the John Day Formation, Oregon.- *University of California Publications in Geological Science* 141: 1-195, 75 pl.
- NEMEJC, F. (1968): *Palaeobotanika 3*.- Academia Praha pp. 480, Praha
- OHWI, J. (1965): *Flora of Japan*.- 1066 pp., 17 figs., 14 pls., Smithsonian Institution, Washington D.C.

- OKUTSU, H. (1955): On the stratigraphy and Paleobotany of the Cenozoic Plant beds of the Sendai Area.- Sci. Rep., Tohoku Univ., ser. 2, 26, 2: 114 pp., 8 pls., 34 figs., 14 tabs., Sasaki Print. A. Publ. Co., Sendai
- PETERS, A. M. M. (1994): Vorläufige Mitteilung über eine jungtertiäre Greifbaggerflora aus Liessel (Niederlande).- Documenta naturae, 84: 10-33, 4 Abb., 2 Tab., 1 Taf., München
- PINGEN, M. & GREGOR, H.-J. (1994): Neue Pflanzenfossilien aus dem niederrheinischen Tertiär, VIII. *Tilia gieskei* nov. spec. - der erste fossile Blütenfund aus dem Tagebau Hambach bei Düren.- Documenta naturae, 89: 1-8, 2 Abb., 2 Taf.; München
- SARGENT, CH. S. (1965): Manual of the trees of North America, vol. I & II. - 934 S., 783 Fig., Dover Publ. Inc., New York
- SCHIMPER, A.F.W. (1935): Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage (3. Aufl., Hrsg. F. C. v. FABER), II. Band.- 1612 S., 416 Abb., G. Fischer Verlag, Jena
- SCHOPMEYER, C. S. (1974): Seeds of woody plants in the Unnited States.- Agricult. Handbook 450 (U.S.D.A. Forest Service), 883 S., viele Abb. u. Tab., Washington D.C.
- SEWARD, A. C. 1919: Fossil plants, IV.- Univ. Press, Cambridge, 543 pp.
- SITAR, V., BUZEK, C., KVACEK, Z. (1989): New late Neogene floras of southern Slovakia (Pinciná amd Hajnačka).- Západné Karpaty, ser. Pal. P, 13: 43-59
- STRAUS, A. (1952): Beiträge zur Pliozänflora von Willershausen, III. Tallophyten, Kryptogamen, Gymnospermen.- Palaeontographica, Abt. B, 93: 1-44. Berlin
- STRAUS, A. (1969): Beiträge zur Kenntnis der Pliozänflora von Willershausen (VII). Die Angiospermen-Früchte und Samen.- Argumenta Palaeobotanica, 3, 163-197. Münster.
- STRAUS, A. (1992): Die oberpliozäne Flora von Willershausen am Harz. (herausgegeben von V. WILDE, K.-H. LENGTAT, und S. RITZKOWSKI).- Ber. Naturhist. Gesell., 134, 7-115. Hannover
- WALTHER H. (1999): Die Tertiärflora von Kleinsaubernitz bei Bautzen.- Palaeontographica, B, 249: 63-174, Stuttgart
- WANG, C.-W. (1961): The Forests of China with a surves of grassland and desert vegetation. - Maria Moors Cabot Foundation Publ. Series No. 5, 313 pp., 22 tabs., 78 figs., Harvard University, Cambridge, Mass.
- WUTZLER, B. (1990): Tagebau Hambach - Geologischer Führer. - 10 S., 13 Abb., Niederzier
- WUTZLER, B. (1993): Geologischer Führer Tagebau Hambach. - 24 S., viele Abb., Niederzier
- ZAGWIJN, W. H. (1990): Subtropical relicts in the Pliocene Flora of Brunssum (The Netherlands).- Geologie en Mijnbouw, 69: 219-225, 1 fig., 1 pl.

5. Tafelerklärungen

Alle abgebildeten Belege sind bei den genannten Sammlungen untergebracht

Coll. Naturmuseum Augsburg NMA

Coll. M. PINGEN, Hürtgenwald-Gey

Coll. A.M.M. PETERS, Sint Oedenrode, Niederlande

Coll. Dr. B. WUTZLER - Rheinbraun, Tgb. Hambach, Rheinbraun AG

Coll. SCHMITT, Dietramszell-Schöneegg

Tafel 1**Fig. 1-10: *Torreya schulzii* nov. spec.**

immer orientiert mit apikaler Dehiszenz obenliegend, Vergrößerung meist etwa x 1,5; Größenangaben (L = Länge, D = größter Durchmesser);

Alle Belege (1-8, 10) aus Hambach bis auf das von Fig. 9, Liessel, Niederlande

Fig. 1: Ansichten von drei Seiten (a-c), von unten (d, e) und von oben (f); man beachte die typische Riefung des Samens; Holotypus NMA, Inv. Nr. 99-75/1669, ex Coll. LIEVEN; (L 33 mm, D 19 mm)

Fig. 2: Ansichten von zwei Seiten (a, b) mit deutlicher Riefung; Isotypus aus Coll. NMA, Inv. Nr. 99-149/1686; (L 30 mm)

Fig. 3: Kleiner Same mit Ansichten von zwei Seiten (a, b), Flächen destruiert; Isotypus aus Coll. WUTZLER o. Nr. (L 23,5 mm)

Fig. 4: Ansichten von zwei Seiten (a, b), aufgerissen; Isotypus aus Coll. PINGEN No. 1995-L-1; (L 30 mm)

Fig. 5: Ansichten von zwei Seiten (a, b), aufgespalten; Isotypus aus Coll. NMA, Inv. Nr. 99-148/1436, ex Coll. HERGERSBERG; (L 24 mm)

Fig. 6: Völlig dehiszierte Basis eines Samens mit Ansichten von zwei Seiten (a, b); Isotypus aus Coll. PINGEN, No. 1995-L-2; (L 30 mm)

Fig. 7: Ansicht auf äußere geriefte Hälfte des Samens mit Spaltrissen; Isotypus vom NMA, Inv. Nr. 99-147/1130; Leg. SCHUBERT; (L 29 mm)

Fig. 8: Ansicht eines aufgespaltenen Samens von zwei Seiten (a, b) und von oben (c), gespalten; Isotypus aus Coll. SCHMITT, No. D-110-II-01; Originalgröße x 1; (L 31 mm, D 24 mm)

Fig. 9: Gut erhaltenes Exemplar mit deutlicher Dehiszenz; Isotypus aus Coll. PETERS, No. LI-1041; stark vergrößert x 2; (L 30 mm)

Fig. 10: untere Hälfte eines Samens von zwei Seiten (a, b); Isotypus aus Coll. WUTZLER o. Nr.; (L 26 mm)

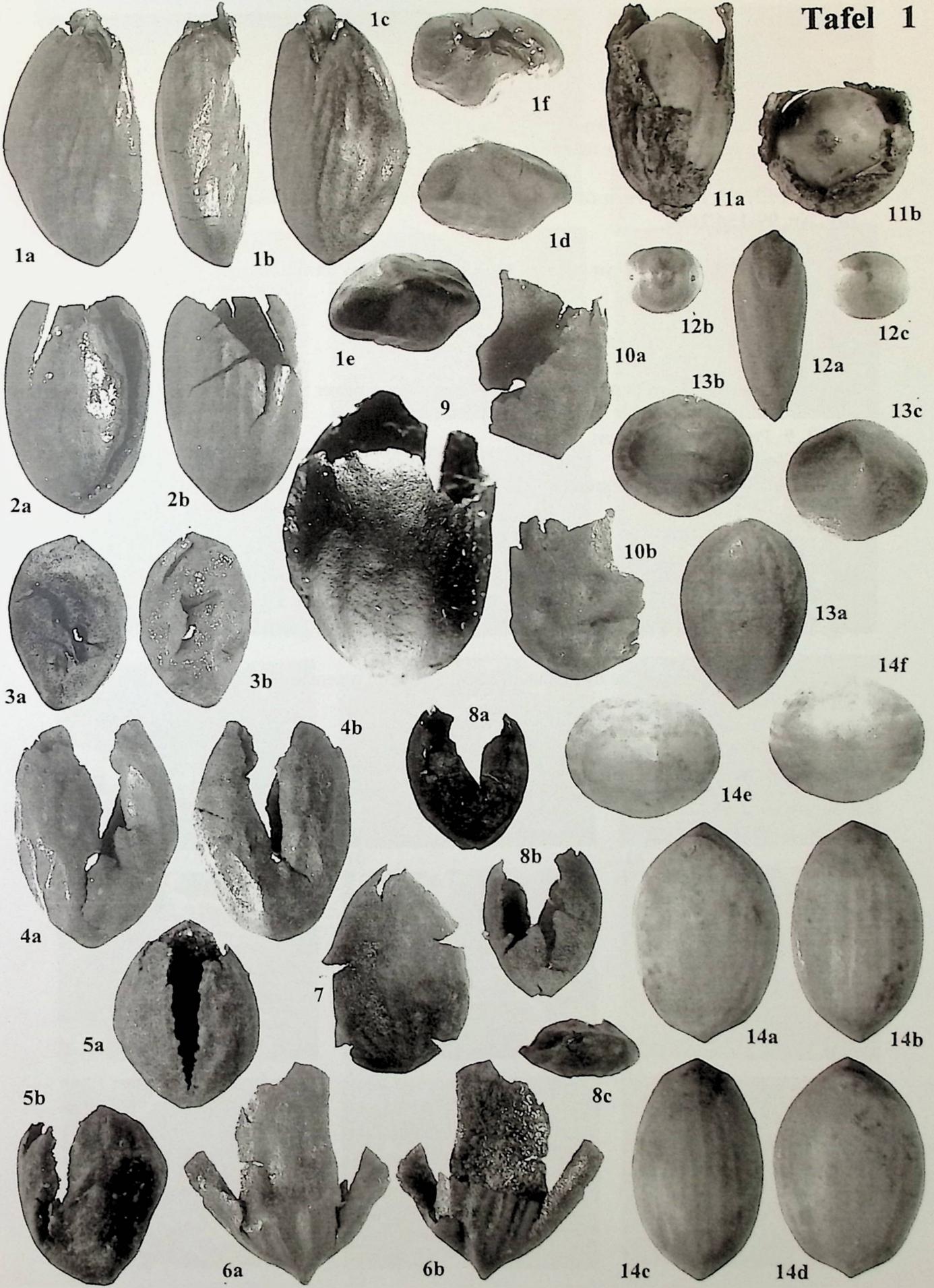
Fig. 11: *Torreya californica* TORR., Same mit Sarkokarpresten, von der Seite (a) und von oben (b); Coll. NMA Inv. Nr. 99-150/1686; (L 35 mm, D 20 mm)

Fig. 12: spindelförmiger Same von *Torreya nucifera* (L.) SIEB. & ZUCC. von der Seite (a), von oben (b) und unten (c); Coll. NMA Inv. Nr. 99-153/1686; (L 32 mm, D 12 mm)

Fig. 13: kleiner eiförmiger Same von *Torreya californica* TORR. von der Seite, von oben (b) und unten (c); Coll. NMA Inv. Nr. 99-151/1686; (L 29 mm, D 19 mm)

Fig. 14: großer, geriefter Same von *Torreya californica* TORR. von 4 Seiten (a-d), von oben (e) und unten (f); Coll. NMA Inv. Nr. 99-152/1686; (L 32 mm, D 21 mm)

Tafel 1



Tafel 2

Die folgenden Bilder sind immer im Vergleich zueinander zu sehen und dokumentieren die frappierende Ähnlichkeit der rezenten und fossilen Gegebenheiten.

Fig. 1-6, 13, 15, 17: *Torreya californica* TORR. – rezentes Samenbruchstück (Coll. NMA, Inv. Nr. 99-154/1686

Fig. 7-12, 14, 16, 18: *Torreya schulzii* nov. spec. - fossiles Samenbruchstück (Coll. NMA, Inv. Nr. 99-155/1686

Fig. 1, 7: Samentesta im Querbruch

Fig. 2, 8: Samentesta mit äußerer Palisadenschicht und innerer Sklerenchymschicht

Fig. 3, 9: Palisaden vergrößert

Fig. 4, 10: Sklerenchym vergrößert

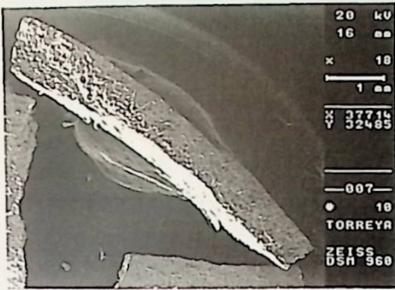
Fig. 5, 11: Zellverband aus Sklerenchymzellen

Fig. 6, 12: Tüpfel in Zellwand des Sklerenchyms

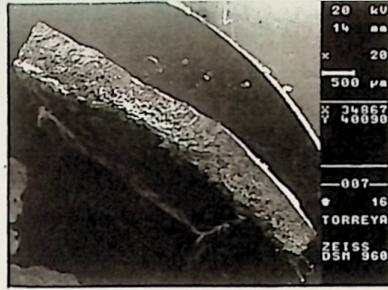
Fig. 13, 14: Apikaler Porus, der Leitbündeldurchbruch, mit Ringwall

Fig. 15, 16: Testaoberfläche mit dünnem Häutchen beim rezenten Exemplar, leicht destruiert beim fossilen

Fig. 17, 18: Testaoberfläche, beidemale destruiert mit Ansicht der unterlagernden Palisadenzellen



1



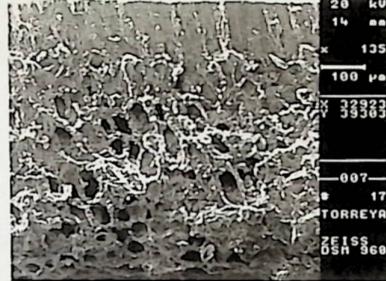
7



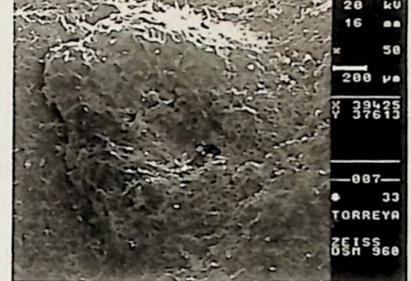
13



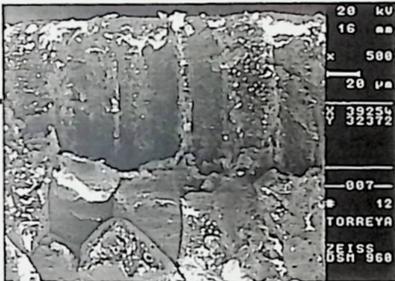
2



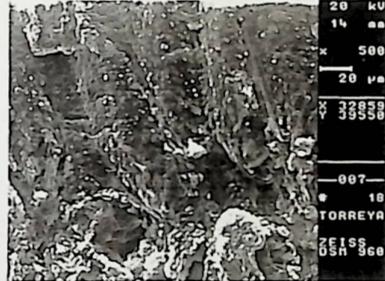
8



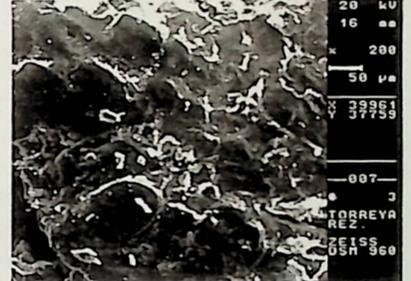
14



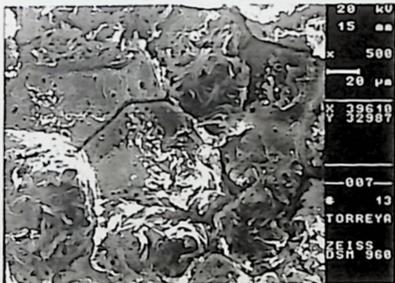
3



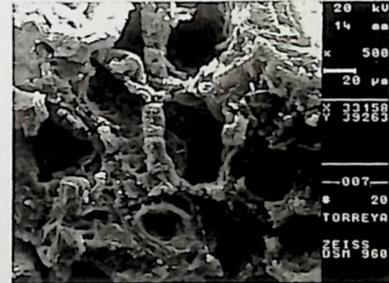
9



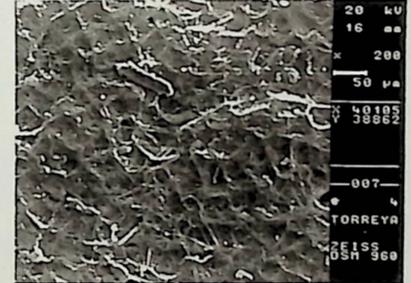
15



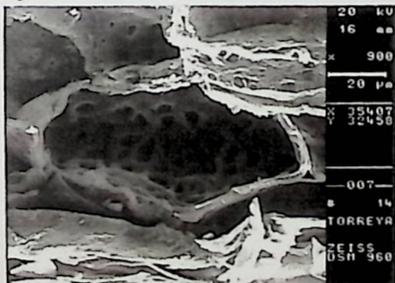
4



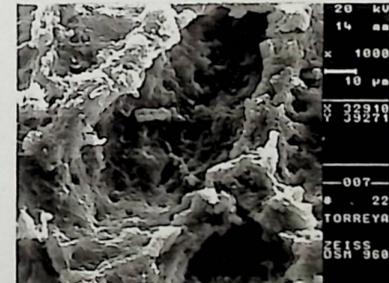
10



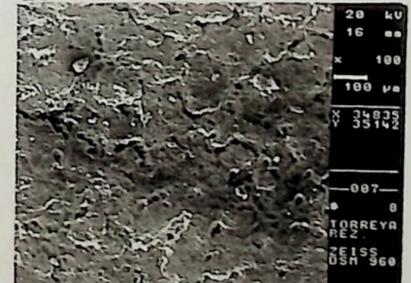
16



5



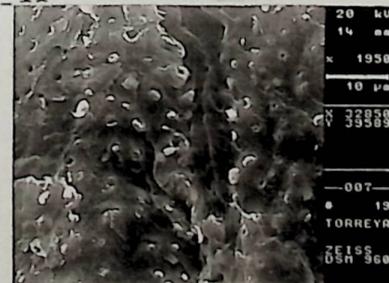
11



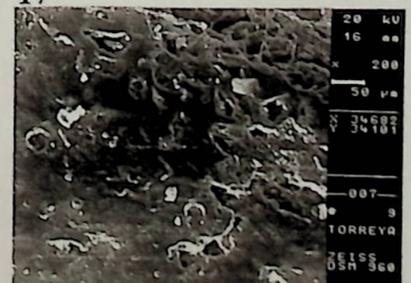
17



6



12



18

Tafel 3

Rekonstruktion der fossilen *Torreya schulzii* mit Zweigen im Vordergrund und Baumstamm rechts. Die Zweige tragen die typischen ovalen Früchte. Die gesamte Komposition gibt die Umgebung des niederrheinischen Areals um Hambach wieder, wobei die Hügellandschaft als Umfeld für die mit Auwald bestandenen Niederungen gelten kann. Die fossile Art stand wohl, wie heute auch, in kleinen Schluchten, an Talhängen oder steileren Abbrüchen als seltenes Element in einem mesophytischen Wald vom Typus „Mixed mesophytic Forest“ oder „Deciduous broad-leaved Forest“, wie sie heute für SE-Asien und SE-Nordamerika typisch sind.

Das Aquarell wurde von Frau Dr. Uta GREGOR (Olching) nach Angaben des Autors H.-J. GREGOR und literarischen Quellen angefertigt.



U. Gregor 2000

