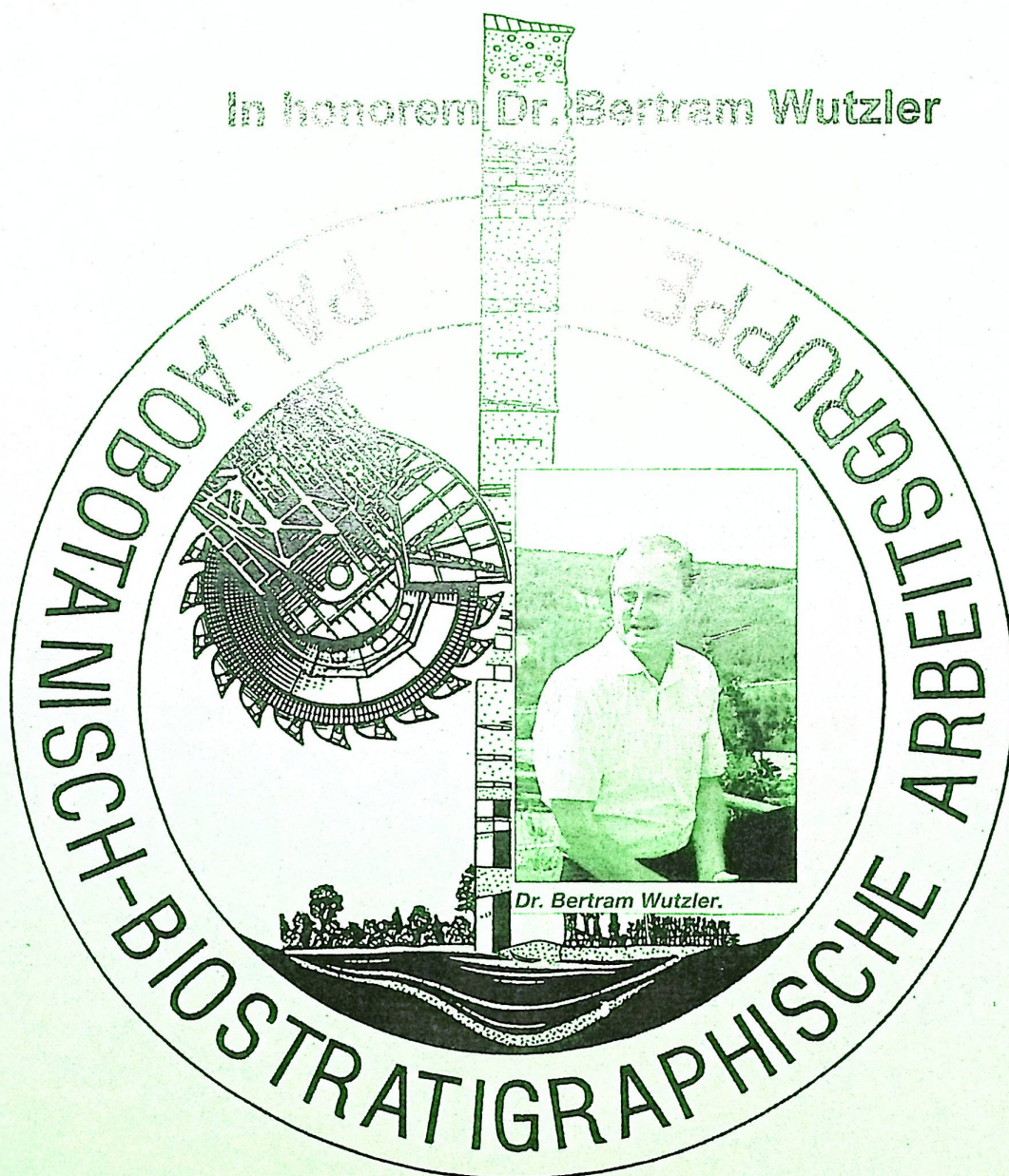


documenta
naturae | no. 138

München 2001

In honorem Dr. Bertram Wutzler



DOCUMENTA NATURAE

Nr. 138 2001

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

Priv.-Doz Dr. Diethard H. Storch, Sägematte 2, D-79183 Waldkirch

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

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

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

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

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 2001 Documenta Verlag. Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist
urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb des Urheberrechtsgesetzes
bedarf der Zustimmung des Verlages. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen
jeder Art, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und für Einspeicherungen in
elektronische Systeme.

Gestaltung und Layout: Juliane Gregor und Hans-Joachim Gregor

Umschlagbild von H.-J. Gregor: Dr. Bertram Wutzler im Tagebau Hambach

München 2001

in honorem Bertram Wutzler

einem Freund und Förderer der Paläobotanik in Deutschland,

von Hans-Joachim GREGOR

Die Paläobotanisch-biostratigraphischen Arbeitsgruppe PBA
(Museum Günzburg und Naturmuseum Augsburg)
wünscht Herrn Dr. Wutzler mit dieser kleinen Festschrift ein herzliches Glückauf zum
Ausscheiden aus dem aktiven Dienst am 31.8.2001

Dr. Wutzler war ab 1970 im Tagebau Hambach der Rheinbraun AG Köln tätig und
vermittelte dort seit 1987 geologisch-paläontologische Exkursionen zur Förderung
der Paläobotanik unter Leitung des Autors H.-J. Gregor

Dr. Wutzler hatte immer ein Ohr für die Belange der Kollegen aus Utrecht, Bonn,
München, Hannover und aus anderen Instituten und Universitäten

Aufgrund dieser Sammel- und Studienexkursionen konnten die im Folgenden
aufgeführten Publikationen angefertigt werden, wobei es für uns eine Freude war,
auch die Direktoren der Rheinbraun für die erteilte Erlaubnis zur Befahrung des
Tagebaues zu ehren

Hambach, den 31.8.2001

der Leiter der PBA, Dr. H.-J. Gregor, Palaeo-Bavarian Geological Survey, Olching

Die Paläobotanisch-biostratigraphische Arbeitsgruppe PBA wünscht Dr. B. Wutzler noch viel Erfolg auf seinem weiteren Lebensweg und hofft noch auf viele gemeinsame Exkursionen im Tagebau Hambach

Stellvertreter des Leiters, Dipl.-Ing. K.-J. Meyer,
Niedersächs. Landesamt f. Bodenforschung Hannover

Tätiges Mitglied M. Pingen
Tätiges Mitglied R. Gossmann
Tätiges Mitglied Dr. Th. Fischer
Tätiges Mitglied Dipl.-Geol. Ch. Mayr
Tätiges Mitglied H. Schmitt
Tätiges Mitglied R. Butzmann
Tätiges Mitglied Dr. B. Meller
Tätiges Mitglied R. Gaipf
Tätiges Mitglied Dr. J.v.d.Burgh
Tätiges Mitglied A.M.M. Peters
Tätiges Mitglied V. Oschkinis
Tätiges Mitglied Dr. E. Martinetto
Tätiges Mitglied Dr. H. Schuchart
Tätiges Mitglied U. Lieven
Tätiges Mitglied Prof. Dr. Velitzelos
Tätiges Mitglied Dipl.-Ing. P. Holleis
Tätiges Mitglied Dr. G. Fechner
Tätiges Mitglied Prof. Dr. U. Thewalt
Tätiges Mitglied Prof. H. Gottwald

Bereits 1993 wurde Kollege WUTZLER durch eine neue Art aus Hambach geehrt:

***Liquidambar wutzleri* GREGOR**



Bilder aus der Geschichte der Exkursionen im Tagebau Hambach

PBA im Einsatz bei einer Besprechung mit Dr. B. Wutzler



PBA-Mitglieder zur Erinnerung an eine Befahrung - Glückauf



Die niederrheinische Braunkohle - neuere Publikationen zum Thema, speziell den Tagebau Hambach betreffend

Documenta naturae, 70, München 1992

KNOBLOCH, E., KVACEK, Z. & GREGOR, H.-J.: Neue Pflanzenfossilien aus dem Niederrheinischen Tertiär VII. Pliozäne Blätter und Früchte aus dem Tagebau Hambach: 36-53, 2 Abb., 4 Taf.

Documenta naturae, 89, München 1994

PINGEN, M. & GREGOR, H.-J.: Neue Pflanzenfossilien aus dem niederrheinischen Tertiär VIII. *Tilia gieskei* nov. spec. - der erste fossile Blütenfund aus dem Tagebau Hambach bei Düren: 1-8, 2 Abb., 2 Taf.

GREGOR, H.-J.: Neue Pflanzenfossilien aus dem niederrheinischen Tertiär IX. Die niederrheinische Braunkohle - ein literarischer Überblick und neue paläobotanische Befunde: 20-30, 2 Abb., 12 Taf.

SCHUBERT, R. & GREGOR, H.-J.: Jungtertiäre Käferreste aus dem Tagebau Hambach (Niederrheinische Braunkohle): 31-33, 1 Taf.

Documenta naturae, 104, Bd. 1, München 1996

STROE, M.V.: The flora of the Miocene 7b1-Layer of Hambach, Germany: 1-18, 2 figs., 5 pls.

BUTZMANN, R.: 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: 19-26, 2 Abb., 2 Taf.

PINGEN, M.: 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: 27-32, 2 Taf.

FISCHER, T.C.: Wachstumszonen an *Athrotaxis*-zweigen aus den Inden-Schichten (Obermiozän) des Tagebaues Hambach bei Niederzier (Düren): 33-34, 2 Taf.

MAYR, CH. & FISCHER, T.C.: Eine Blattflora unter Flöz Frimmersdorf (Vile-Schichten 6B, Untermiozän) aus dem Tagebau Hambach bei Niederzier (Rheinbraun AG, Köln: 35-40, 1 Taf.

Documenta naturae, 104, Bd. 2, München 1998

GREGOR, H.-J., PINGEN, M., BUTZMANN, R., FISCHER, T. C., MAYR, CH. & SCHMITT, H.: Die neogene Makrofloren-Abfolge im Tagebau Hambach der Rheinbraun AG Köln: 83 S., 142 Tab., 8 Taf.

Documenta naturae, 104, Bd. 3, München 1999

GREGOR, H.-J., PINGEN, M., MAYR, CH. & SCHMITT, H.: Die neogene Makrofloren-Abfolge im Tagebau Hambach der Rheinbraun AG Köln - erste Ergänzungen: 79 S., 111 Tab., 8 Taf.

SCHMITT, H. & KVACEK, Z.: Nachweis von *Acer aegopodifolium* (Goepp.) Baik. ex Iljinskaja in den obermiozänen Indener Schichten des Tagebaues Hambach (Niederzier bei Köln) : 83-91, 16 Abb., 1 Taf.

Documenta naturae, 104, Bd. 4, München 1999

GREGOR, H.-J., MAYR, CH., PINGEN, M. & SCHMITT, H.: Vorläufige paläontologische Ergebnisse und Befunde zur Plio-Pleistozän-Problematik im Tagebau Hambach (Köln, Rheinbraun AG): 33 S., 3 Abb., 5 Tab., 10 Taf.

Documenta naturae, 104, Bd. 5, München 2000

GREGOR, H.-J., V. D. BURGH, J., PETERS, A. M. M. & PINGEN, M.: *Torreya schulzii* nov.spec. -eine exotische Konifere aus dem NW-europäischen Pliozän (Hambach, Liessel): 19 S., 7 Abb., 1 Tab., 3 Taf., (in Vorb.)

Documenta naturae, in Vorb.

MEYER, K.-J.: Palynologische Untersuchungen im Plio-Pleistozän-Bereich des Tagebaues Hambach (in Vorb.)

GREGOR, H.-J. et al., inVorb.

Gesamtschau aller fossilen Floren aus Hambach und deren Aussagen im Profil

Inhalt	Seite
GREGOR, H.-J.: in honorem Bertram Wutzler, einem Freund und Förderer der Paläobotanik in Deutschland, zum Ausscheiden aus dem aktiven Dienst	I-IV
PINGEN, M., KVACEK, Z. & MANCHESTER, S. R.: Früchte und Samen von <i>Craigia bronni</i> aus dem Obermiozän von Hambach (Niederrheinische Bucht – Deutschland) - Vorläufige Mitteilung	1-7
BUTZMANN, R. & FISCHER, TH.: Neue Pteridophyten des Neogens aus dem Tagebau Hambach (Niederrheinische Bucht) – I. Polypodiaceae	9-23
BURGH, J. v. d.: Leaves and Cuticles from the Upper Part of the Rhenish Browncoal	25-47
GREGOR, H.-J., SCHMITT, H. & PINGEN, M.: Eine neue Megaflora aus dem Miozän des Tagebaues Hambach bei Niederzier (Rheinbraun AG, Köln)	49-59
GEISSERT, F.: Geologie und Paläontologie der Kiesgrube Sessenheim im Elsaß – ein Überblick	61-76
THEWALT, U. & GREGOR, H.-J.: Mineralien aus dem Tagebau Hambach bei Niederzier	77-

Früchte und Samen von *Craigia bronnii* aus dem Obermiozän von Hambach (Niederrheinische Bucht – Deutschland) Vorläufige Mitteilung

M. PINGEN, Z. KVAČEK & S. R. MANCHESTER

Zusammenfassung

Im unteren Teil der Inden Schichten (Obermiozän) des Tagebaus Hambach wurden zahlreiche Früchte von *Craigia bronnii* in verschiedenen Entwicklungsstadien sowie Samen und höchstwahrscheinlich hierher gehörende Blütenknospen (früher als *Tilia gieskei* beschrieben) mit Pollen in situ geborgen. Sie erlauben für diese im Tertiär Europas weitverbreitete Art einen sichereren Rezentvergleich als bisher. Die fossile Pflanzengemeinschaft der Fundstelle legt es nahe, für die fossile Art eine größere ökologische Amplitude anzunehmen als die rezenten Vergleichsarten heute haben.

1 Einleitung

Die regelmäßig Beprobung aller Schichten im Tagebau Hambach während der vergangenen Jahre durch Mitglieder der Palaeobotanisch-Biostratigraphischen Arbeitsgruppe Günzburg bringt immer wieder Neues zutage. In den Jahren 1992-1995 wurde wiederholt im unteren Bereich der Inden Schichten (Horizont 7 A/E, im Tagebau Hambach undifferenziert) eine allochthone Kohle bzw. ein Kohlenton in einer Rinne beprobt, die zahlreiche Früchte, Samen und Blätter lieferte (vgl. GREGOR et al. 1998, Tab. 92, 1999 Tab. 7-21). An Früchten und Samen konnten bisher nahezu 70 Arten identifiziert werden. Vor allem der hohe Anteil an *Quasisequoia couttsiae* (PINGEN 1994 - als „*Athrotaxis*“ *couttsiae*) sticht hervor. Weitere häufig vorkommende Gattungen sind *Nyssa*, *Cercidiphyllum*, *Myrica*, *Taxodium*, *Alnus* sowie verschiedene Cyperaceen. Über einige Details dieser Fundstelle wurde bereits mehrfach publiziert (FISCHER 1996; GREGOR et al. 1998, 1999; PINGEN 1994, 1996; PINGEN & GREGOR 1994). Die meisten Arten sprechen für einen Sumpf- und Auewald. Aus diesem Artenspektrum soll hier die Art *Craigia bronnii* vorgestellt werden.

Adressen der Autoren:

Maria Pingen, In den Heuen 20, D-52393 Hürtgenwald, Deutschland
Dr. Zlatko Kvacek, Karls-Universität Prag, Naturwissenschaftliche Fakultät, Albertov 6,
CZ 128 43 Prag, Tschechische Republik
Dr. Steven R. Manchester, Florida Museum of Natural History, University of Florida,
Gainesville, Florida 32611, U.S.A.

2 Beschreibung der Früchte und Samen

Taf. 1, Fig. 1-13, Taf. 2, Fig. 1-4

Die Früchte sind 5-flügelige Kapseln und wurden in verschiedenen ontogenetischen Stadien gefunden. Ganz junge Früchte sind 1,5-3 mm im Durchmesser und ohne erkennbare Aderung auf den Flügeln (Taf. 1, Fig. 1, 5-7). Etwas reifere Früchte von etwa 5-8 mm Durchmesser zeigen bereits ein netzartiges Muster auf den Flügeln, das vom Samenfach seinen Ausgang nimmt (Taf. 1, Fig. 2). Noch größere Früchte von etwa 10 mm Durchmesser, die möglicherweise ganz ausgereift sind, sind meist nur noch fragmentarisch erhalten, denn die Kapseln zerfallen bei der Reife. Die reifen Klappen der Kapseln tragen die typische Aderung der als *Craigia bronnii* bekannten Früchte, die von vielen Fundorten als Abdrücke bekannt sind. Manche Fruchtklappen enthalten noch einen Samen (Taf. 1, Fig. 3), der axial inseriert ist. Isolierte Samen (Taf. 1, Fig. 8-10) finden sich ebenfalls. Sie sind anatrop, in der Form länglich bis verkehrteiförmig, 5-6 mm lang und 3-3,5 mm breit und besitzen ein subbasales Hilum. Die Oberfläche ist durch längsgerichtete Riefen und Rillen ornamentiert (Taf. 2, Fig. 4). Die Testa ist dünn, auf der inneren Seite mit einer polygonalen Felderung versehen (Taf. 2, Fig. 3).

Blütenknospen aus der gleichen Schicht, die von PINGEN & GREGOR (1994) als *Tilia gieskei* bezeichnet wurden (Taf. 1, Fig. 11-13), gehören offensichtlich auch zu dieser Art, denn sie zeigen auf ihren Sepalen und Stielen die gleichen Sternhaare wie die jungen Früchte (Taf. 2, Fig. 1-2). Der in den Blüten enthaltene Pollen ist vom Typ *Tricolporopollenites insculptus - instructus*. Die abgeblühten Exemplare zeigen reifende Karpelle (Taf. 1, Fig. 4) auf der verbreiterten Blütenachse. Geöffnete Blüten mit charakteristischen petaloiden Staminodien, die Staubblätter bei *Craigia yunnanensis* umhüllen (Taf. 2, Fig. 7), wurden nicht beobachtet. Eine genaue Untersuchung und entsprechende Vergleiche mit Rezentmaterial sind an anderer Stelle vorgesehen (KVAČEK et al., im Druck).

3 Diskussion

Bevor die Stellung innerhalb der Tiliaceen und hier die Verwandtschaft mit der rezenten *Craigia* herausgefunden wurde (KVAČEK et al. 1991), wurden derartige fossile Früchte der Formgattung *Pteleaecarpum* WEYLAND zugeordnet. Da nur unvollständige Exemplare bekannt waren, wurden sie als dreiflügelige Kapseln beschrieben (BŮŽEK et al. 1989) und zu den Sapindaceen, von manchen Autoren aber auch zu den Celastraceen (Gattung *Tripterygium*) gehörig betrachtet (ABLAEV & STRIEGLER 1991/92, VASSILIEV et al. 1995). Die Exemplare aus Hambach demonstrieren nun eindeutig, daß es sich um fünf-flügelige Kapseln handelt, die sehr gut mit denen der rezenten *Craigia yunnanensis* übereinstimmen (Taf. 2, Fig. 6).

Auch die fossilen Samen zeigen gute Übereinstimmung mit *Craigia*, obwohl die fossilen Samen ein subbasales Hilum haben, während bei der rezenten Vergleichsart das Hilum lateral liegt (Taf. 2, Fig. 5, 8). Die Blütenknospen von *Craigia yunnanensis* entsprechen in allen Details den fossilen, nur sind sie etwas grösser (Taf. 2, Fig. 9). Der bisher noch nicht vollständig geklärte Zusammenhang zwischen der fossilen und den zwei rezenten Arten wird an anderer Stelle noch ausführlich diskutiert werden (AKHMETIEV, KVAČEK & MANCHESTER, in prep.)

4 Paläoökologie

Craigia gedeiht heute mit 2 Arten kleiner, laubwerfender Bäume in 1400 bis 1700 m Höhe in Südchina (Provinz Guangxi, Guizhou und Yunnan) und Nord-Vietnam (Tonkin) in Broad-leaved Evergreen und Deciduous Mixed Forests und in zeitweise nassen Wäldern auf Kalk, vermeidet aber sumpfige Habitats (YING et al. 1993). Die fossile Art kommt in ganz Europa vom frühen Oligozän bis ins späte Pliozän vor (BŮŽEK et al. 1989). Die Fossilisten anderer Fundorte (z.B. Bílina in Nordböhmen, Tschechien – SAKALA 2000) haben oft Ähnlichkeit mit jenen aus Hambach, d.h. sie repräsentieren einen Sumpfwald, der von Taxodiaceen und vielen anderen Taxa dominiert wird, die nasse Bedingungen anzeigen. Sie findet sich aber auch in Vulkangebieten in mesophytischer Vegetation (KVAČEK & WALTHER 1998). Beim Vergleich der ökologischen Ansprüche der rezenten und fossilen Arten der Gattung scheint ihre Toleranz im Tertiär größer gewesen zu sein als heute.

Danksagung

Die Autoren sind Herrn Doz. Dr. R. Zetter, Wien, dankbar für die Informationen über die Pollen Ultrastruktur von *Craigia* und *Tilia*. Resultate dieser Forschung werden an anderer Stelle veröffentlicht. Die Kustoden der Herbaria in Kew, Edinburgh, Paris und Beijing erlaubten gefällig die Herbarbelege von *Craigia yunnanensis* zum Vergleichsstudium zu benutzen. Wir danken Herrn Dr. J. Hovorka, Karlsuniversität, Prag für die Raster-Elektronmikroskop-Aufnahmen. Die abgebildeten Fossilien, die aus der Privatsammlung der erstgenannten Autorin stammen, wurden bereitwillig vom Naturmuseum Augsburg übernommen. Die Forschung wurde teilweise unter finanzieller Unterstützung der Grantprojekte von der Tschechischen Republik (Nr. J 13/98: 113100006 und GACR 205/01/0639) durchgeführt.

Literatur

- ABLAEV, A. G. & STRIEGLER, U. (1991/92): Kohlenführende Ablagerungen des Tertiärs im Fernen Osten Russlands im Vergleich mit der Niederlausitz. – Natur u. Landsch. Niederlausitz, **13**: 4-11; Cottbus.
- BŮŽEK, Č., KVAČEK, Z. & MANCHESTER, S. R. (1989): Sapindaceous affinities of the *Pteleaecarpum* fruits from the Tertiary of Eurasia and North America. – Bot. Gaz., **150** (4): 477-489; Chicago.
- FISCHER, T. C. (1996): Wachstumszonen an *Athrotaxis*-Zweigen aus den Inden-Schichten (Obermiozän) des Tagebaus Hambach bei Niederzier (Düren). – Doc. nat., **104**, Bd. 1: 33-34; München.
- GREGOR, H.-J., PINGEN, M., BUTZMANN, R., FISCHER, T.C., MAYR, Ch. & SCHMITT, H. (1998): Die neogene Makrofloren-Abfolge im Tagebau Hambach der Rheinbraun AG Köln. – Doc. nat., **104**, Bd. 2: 1-83, 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. – Doc. nat., **104**, Bd. 3: 1-81, 111 Tab., 8 Taf.; München.
- KVAČEK, Z., BŮŽEK, Č. & MANCHESTER, S. R. (1991): Fossil fruits of *Pteleaecarpum* WEYLAND – tiliaceous, not sapindaceous. – Bot. Gaz., **152** (4): 522-523; Chicago.
- KVAČEK, Z., MANCHESTER, S. R., ZETTER, R. & PINGEN, M. (2001/2): Fruits and seeds of *Craigia bronnii* (Malvaceae – Tilioideae) and associated flower buds ("*Tilia*" *gieskei*) from the late Miocene of the Rhineland, Germany. – Rev. Palaeobot. Palynol. (in print)

- KVAČEK, Z. & WALTHER, H. (1998): The Oligocene volcanic flora of Kundratice near Litomerice, České středohoří Volcanic Complex (Czech Republic) – a review. – Acta Mus. Nat. Pragae, Ser. B, Hist. Nat., **54**: 1-42; Praha.
- PINGEN, M. (1994): *Athrotaxis coultisiae* (HEER) GARDNER – ein reiches Vorkommen in obermiozänen Kohlen des Tagebaus Hambach b. Düren (Rheinland). – Doc. nat., **84**: 24-30; München.
- PINGEN, M. (1996): 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. – Doc. nat., **104**, Bd. 1: 27-32; München.
- PINGEN, M. & GREGOR, H.-J. (1994): Neue Pflanzenfossilien aus dem niederrheinischen Tertiär VIII. *Tilia gieskei* nov. sp. – der erste fossile Blütenfund aus dem Tagebau Hambach. – Doc. nat., **89**: 1-8; München.
- SAKALA, J. (2000): Flora and vegetation of the roof of the Main Lignite Seam in the Bilina Mine (Most basin, Lower Miocene). – Acta Mus. Nat. Pragae, Ser. B, Hist. Nat., **56**: 49-84; Praha
- VASSILIEV, I., ABLAEV, A. G. & STRIEGLER, U. (1995): On the systematic belonging of *Carpites koreana* fruit from the Miocene of northern Korea and Primorye (Far East). – Doc. nat., **93**: 16-18; München.
- YING, Tsun-shen, ZHANG, Yu-long, BOUFFORD, D. V. (1993): The endemic genera of seed plants of China. – 824 S., Science Press, Beijing.

Tafelerklärungen

Die abgebildeten Belege befinden sich in der Kollektion des Naturmuseums Augsburg (NMA) unter den angegebenen Inv.-Nummern.

Tafel 1

Fig. 1 - 13 : *Craigia brononii* (UNGER) Z. KVAČEK, BŮŽEK et MANCHESTER, Hambach, Oberes Miozän

Fig. 1 : Junge Frucht mit wenig ausgeprägter Nervatur, NMA 1999-624/1757, x 10.

Fig. 2 : Junge Frucht mit ausgeprägter Nervatur, NMA 1999-621/1757, x 6,5.

Fig. 3 : Fragment eines Samenfaches mit dem Samen, NMA 1999-622/1757, x 6,5.

Fig. 4 : Abgeblühtes Exemplar mit reifenden Karpellen, NMA 1999-626/1757, x 20.

Fig. 5-7 : Sehr junge Frucht von zwei Seiten und von oben, NMA 1999-628/1757, x 12.5.

Fig. 8-10 : Verschiedene isolierte Samen, 8 - NMA 1999-629/1757, 9 - NMA 1999-630/1757, 10 - NMA 1999-636/1757, x 10.

Fig. 11-13 : Blütenknospen von Seiten und von unten, 11 - zerstört durch Mazeration, 12 - NMA 1999-634/1757, 13 - NMA 1999-635/1757, x 20.



3



5



6



8



9



10



12



13

Tafel 2

Fig. 1 - 4 : *Craigia bronnii* (UNGER) Z. KVAČEK, BŮŽEK et MANCHESTER, Hambach, Oberes Miozän

Fig. 1 : Büschelhaare auf der Oberfläche der Karpelle, x 400.

Fig. 2 : Büschelhaare auf der Aussenseite des Kelchblattes, x 400.

Fig. 3 : Innere Skulptur der Testa, NMA 1999-637/1757, x 125.

Fig. 4 : Oberflächliche Skulptur des Samens, NMA 1999-637/1757, x 630.

Fig. 5 - 9 : *Craigia yunnanensis* W. W. SMITH et W. E. EVANS, Yunnan, Rezent

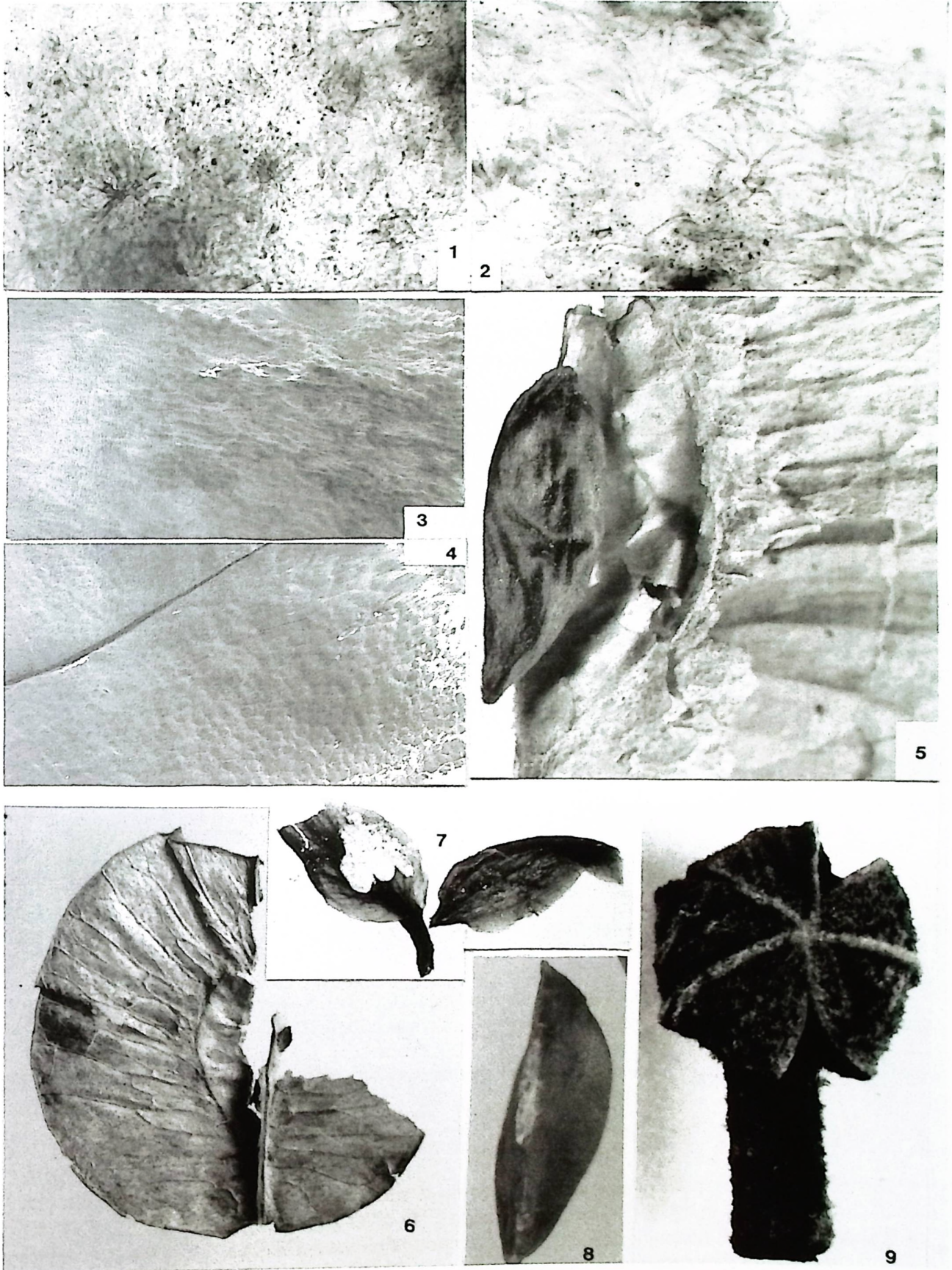
Fig. 5 : Samen im Samenfach, *Henry 11442*, x 7.

Fig. 6 : Kapselklappe, *Henry 11442*, x 3,5.

Fig. 7 : Bund der Staubgefäße, von zwei Seiten umhüllt mit petaloiden Staminodien, *Forrest 8841*, x 10.

Fig. 8 : Samen, *Henry 11442*, x 7.

Fig. 9 : Blütenknospe, *Forrest 8841*, x 10.



Neue Pteridophyten des Neogens aus dem Tagebau Hambach (Niederrheinische Bucht)

I - Polypodiaceae

BUTZMANN, R. & FISCHER, T. C.

Zusammenfassung: Es werden zwei fossile Pteridophytengattungen aus dem Neogen des Braunkohlentagebaus Hambach in der Niederrheinischen Bucht vorgestellt. Die neue Art *Polypodium hambachense* nov. spec. stammt aus den obermiozänen Inden-Schichten. *Dryopteris denticulata* ILJINSKAJA wird zum erstenmal von der Lokalität Hambach aus der pleistozänen Tegelen Serie beschrieben.

Summary: Fossil remains of Pteridophyta from the Neogene of the brown coal pit Hambach (Niederrheinische Bucht) are presented. The new species *Polypodium hambachense* nov. spec. from the upper-miocene "Inden-Schichten" is described. The first occurrence of *Dryopteris denticulata* ILJINSKAJA from Hambach (pleistocene Tegelen Series) is reported.

Schlüsselwörter: Farne, *Dryopteris*, Hambach, Neogen, Niederrheinische Bucht, *Polypodium*, Polypodiaceae, Pteridophyta

Keywords: Ferns, *Dryopteris*, Hambach, Neogene, Niederrheinische Bucht, *Polypodium*, Polypodiaceae, Pteridophyta

Inhalt	Seite
1. Einleitung und Danksagung	10
2. <i>Polypodium hambachense</i> nov. spec.	10
2.1 Beschreibung der neuen Art	10
2.2 Sichere fossile Vorkommen der Gattung <i>Polypodium</i>	12
2.3 Unsichere und mit Namen von rezenten Arten belegte Nachweise der Gattung <i>Polypodium</i>	13
2.4 Stratigraphie	13
2.5 Rezente Vergleichsarten, geographische Verbreitung und Ökologie	14
3. <i>Dryopteris denticulata</i> ILJINSKAJA	14
3.1 Beschreibung	14
3.2 Stratigraphie, Paläobiologie und Thanatozönose der Schicht 13	17
4. Literatur	17
5. Tafelerläuterungen	18

Adresse der Autoren:

Rainer Butzmann, Fuggerstr. 8, D-81373 München, rbutzmann@t-online.de,

Dr. Thilo C. Fischer, Dorfstr. 34, D-85737 Ismaning, thilofischer@web.de.

Beide Autoren sind Mitglieder der Paläobotanisch-Biostratigraphischen Arbeitsgruppe (PBA) im Naturmuseum, Im Thäle 3, D-86152 Augsburg und im Heimatmuseum Günzburg

1. Einleitung und Danksagung

In dieser Arbeit werden zwei bisher von Hambach nicht bekannte Makroreste von Polypodiaceen beschrieben. Von der Gattung *Polypodium* wird eine bisher unbekannte Art aus den Inden-Schichten definiert. Die bisher nur in Transkaukasien gefundene Art *Dryopteris denticulata* ILJ. wird aus Hambach zum erstenmal aus der Tegelen-Serie erwähnt. Im weiteren ist eine Arbeit über *Equisetum* und *Salvinia* aus den Schichten von Hambach geplant (FISCHER & BUTZMANN, in Vorber.).

Disperse Sporen sind in großer Formenzahl über das gesamte Profil verbreitet (ASHRAF & MOSBRUGGER 1995), während Blätter von nur wenigen Arten auf einige Fundpunkte beschränkt sind. Die Ursachen liegen in den sehr unterschiedlichen Erhaltungsmöglichkeiten der Farnorgane. Den meisten Farnen fehlt ein kontinuierlicher oder periodischer Laubabfall, Farnwedel oder einzelne Fiedern sind mechanisch meist so beschaffen, daß ein Transport über größere Entfernung durch Wind nicht möglich ist. Die Substanz der Blattspreiten wird bei den meisten Farnen sehr rasch zersetzt, weshalb nur eine rasche Einbettung eine Konservierung gewährleistet. Aus diesen Gesichtspunkten geht hervor, weshalb Farnwedel im Tertiär nur selten erhalten wurden. Frische und feuchte Standorte werden gegenüber anmoorigen bis sumpfigen von Erd- und Baumfarnen bevorzugt (BARTHEL 1976). Diese Gründe rechtfertigen ein besonderes Augenmerk auf die fossilen Farne zu werfen, sagen sie doch viel über die Ökologie eines Standortes aus.

Die RHEINBRAUN AG KÖLN erlaubte uns durch Herrn Dr. B. WUTZLER die Einfahrt in den Tagebau Hambach, Herr Dr. H.-J. GREGOR (Olching) organisierte die Exkursion. Herr E. KLEIST (Krefeld), sowie Herr O. OBERMAIR (Donauwörth) stifteten dem Naturkunde Museums Augsburg einen Großteil des Materials. Bei Herrn Dr. F. SCHUHWERK (LMU München) bedanken wir uns für die Möglichkeit, in das Herbar der Bayerischen Botanischen Staatssammlung Einsicht zu nehmen. Für die Beschaffung und Übersetzung von russischer Literatur sei Frau N. BURIC (München) und Herrn Dr. K. v. APPEN (Hamburg) herzlichst gedankt.

2. *Polypodium hambachense* nov. spec.

2. 1. Beschreibung der neuen Art

Familie: Polypodiaceae BERCHTOLD & J. C. PRESL. Zur Morphologie der Polypodiaceae weisen wir auf das Werk von KRAMER & GREEN (1990: 203-230) hin.

Polypodium hambachense nov. spec.

(Taf. 1, Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6)

Holotypus: Aufbewahrung im Naturmuseum Augsburg unter der Inventar-Nr.: 1999-800/1310. (Taf. 1, Fig. 1). Der Holotypus besteht aus einem Negativ - und Positivabdruck (Taf. 1 Fig. 2). Aufsammlung am 3. Juli 1996 durch Herrn Dr. E. KLEIST, Mommenpesch 6, 47839 Krefeld

Locus typicus: Tagebau Hambach der Rheinbraun AG Köln, Deutschland, 4. Sohle oberhalb des Flözes Garzweiler I, Station 900 der Bandanlage NW. MTB. 1:25000 Nr.: 5105 Nörvenich R: 2536280, H: 5640190, Höhe NN 60 m.

Stratum typicum: Obermiozän, Inden Schichten 7 F, oberhalb des Flözes Garzweiler 1 (WUTZLER 1993). Nach der Stratigraphie von GREGOR (1998) Schicht HM-3 (Punkt 900) der Bandanlage NW.

Derivatio nominis: Nach dem Tagebau Hambach der Rheinbraun AG, Köln benannt.

Diagnose: Einfach pinnate Wedel in der Größenordnung von 10 cm, Pinnae basal verbreitert und konfluent, wechselständig (Anadromie). Basale Pinnae der Wedel mit fast gegenständiger Anordnung und schmaler als die im mittleren Bereich. Pinnae mit fast glattem Rand, aber auch mit kleinen Zähnchen; die Anzahl der Zähnchen und die Undulation des Blattrandes nehmen zur Spitze der Pinnae hin zu. Etwa 2 mm große Sori ohne Indusium ab etwa 2/3 der Länge der Pinnae, an den Enden von Nerven angeordnet. Pinnae mit Mittelnerv, apamorphe Seitennerven und feiner Maschennervatur.

Diagnosis: Once-pinnate fronds of a size-range of 10 cm, pinnae widening towards their bases, confluent at the bases and alternately arranged (anadromy). Most basal pinnae with almost opposite arrangement, pinnae of the basal region of the frond narrower than those of the middle region. Pinnae with almost smooth margin but some with a margin with small teeth, the number of these teeth and the undulation of the margins increase towards the apices of the pinnae. Starting at about two thirds of the length of the pinnae there are about 2 mm-sized sori without indusium arranged alongside the axis, positioned at the ends of veins. Pinnae with a vein as their axis, few further veins: apamorphic secondary veins and small-sized vein-meshes.

Beschreibung des Holotypus: Der einfach pinnate Wedel weist eine Länge von 6 cm und eine Breite von 6,5 cm auf. Eine Petiole ist nicht erhalten. Die Pinnae des Wedels sind am Grunde verbreitert (Breite 8 mm), miteinander verwachsen und stehen wechselständig (Anadromie). Nur die basalen Fiedern sind fast gegenständig. Die Fiedern sind im basalen Bereich des Wedels eher schmaler als im mittleren Bereich, einige sind spitz zulaufend mit Zähnchen am Blattrand (Taf. 1, Fig. 5). Die Zähnchen und Wellungen der Fiederränder nehmen zum Apex der Fieder zu. Ab dem zweiten Drittel der Fiedern, liegen parallel der Achse die ungefähr 2 mm großen Sori ohne Indusium, am Ende eines Nerven (die Sori sind auf der Gegenplatte des Holotypus deutlich erkennbar (Taf. 1, Fig. 3)). Die Pinnae haben einen Mittelnerv, apamorphe Seitennerven und eine feine Maschennervatur.

Description of the Holotype: The once-pinnate frond has a length of 6 cm and a width of 6.5 cm. The petiole is not conserved. The pinnae widen towards their bases (8 mm), are confluent at the bases and alternately arranged (anadromy). Only the most basal pinnae show almost opposite arrangement. The pinnae of the basal region of the frond are narrow in comparison to those of the middle region, some are more acute and have a margin with small teeth (specimen Taf. 1, Fig. 5). The number of teeth and the undulation of the margins increase towards the apex of the pinnae. Starting at about two thirds of the length of the pinnae there are 2 mm-sized sori without indusium, they are arranged alongside the axis. These sori are positioned at the ends of veins, which is typical for *Polypodium* (the sori are clearly visible on the opposite plate of the holotypus (Taf. 1, Fig. 3)). The pinnae possess a vein as their axis, apamorphic secondary veins and small-sized vein-meshes.

Isotypen: (alle aus dem Tgb. Hambach, derselben Schichtfläche und in unmittelbarer Nähe zum Fundpunkt des Holotypus):

-Coll. Naturmuseum Augsburg, Inv. Nr.: 1999-801/1310 (gestiftet von O. OBERMAIR) Taf. 1, Fig. 4

-Coll. Naturmuseum Augsburg, Inv. Nr.: 1999-802/1310 (gestiftet von O. OBERMAIR) Taf. 1, Fig. 6

-Coll. KLEIST, Taf.1, Fig. 5

Beschreibung der Isotypen:

Die Isotypen stammen vom gleichen Fundort und unmittelbar aus der gleichen Schicht wie der Holotypus. Außer dem Holotypus liegen noch drei Reste des Farnes vor: zwei Wedelenden (Taf. 1, Fig. 4, 5), sowie ein Mittelstück eines Wedels (Taf. 1, Fig. 6), bestehend aus sechs Fiedern. Die Farnwedel weisen im Rezentvergleich einen Habitus, wie er für epiphytäres Wachstum typisch ist, auf (vor allem die breite, gestauchte Wedelbasis). Die Blätter sind einfach gefiedert. Die Wedel haben eine Netznervatur, die Sori sind rund und ohne Indusium. Bei dem Stück Taf. 1 Fig. 4 ist die Nervatur an den oberen Fiedern gut zu sehen, in der Morphologie wie Taf. 1, Fig. 1 und 2 (Holotypus). Die Sori sind nicht erhalten. Die Ausbildung der Wedel auf Taf. 1 Fig. 1, 4, und 5, sind typisch für epiphytäres Wachstum dieser Gattung. Taf. 1, Fig. 6 zeigt ein Teilstück eines Farnwedels ohne Sori, etwas kleiner wie die übrigen, es handelt sich wahrscheinlich um einen nicht fertilen Wedel.

2. 2. Sichere Vorkommen der Gattung *Polypodium*

- 1957 *Polypodium palaeopectinatum* KOLAKOVSKI - : 24, Taf 1, Fig. 2 a, b, Pliozän von Kodor (Inv. Nr.: 5-1869).
- 1964 *Polypodium palaeopectinatum* KOLAKOVSKI - : 24, ohne Fig., Pliozän von Kodor, dasselbe wie oben, aber mit ausführlicherer Beschreibung.
- 1964 *Polypodium palaeoserratum* KOLAKOVSKI - : 24-25, Taf. 1, Fig. 4-6, Pliozän von Kodor.
- 2001 *Polypodium radonii* KVACEK - : 165 - 169, Taf. 1 -4, Oligozän von Bechlejovice und Holý Kluk Berg.

Die von KOLAKOVSKI (1957, 1964) beschriebenen Arten von *Polypodium* sind, wie der Name andeutet, auch der jeweiligen rezenten Art sehr ähnlich. Die Reste sind sehr spärlich, es handelt sich bei *Polypodium palaeopectinatum* KOLAKOVSKI nur um eine Fieder eines Farnwedels; nach der Nervatur und dem Blattrand, sowie der erhaltenen Sori kann man einem Vergleich mit der rezenten Art *Polypodium pectinatum* HIERON zustimmen. KOLAKOVSKI vergleicht die Art *Polypodium palaeopectinatum* KOLAKOVSKI zudem noch mit *Polypodium dielsianum* CHRIST und mit *Polypodium amoenum* WALLICH, beide aus Sezuan, die als rezente Äquivalente der ausgestorbenen Art zu betrachten sind. Ungeachtet des fragmentarischen Restes geben die deutlich ausgeprägte Nervatur und die klaren Abdrücke des Sorus die Möglichkeit eines Vergleiches mit einigen epiphytären Arten von *Polypodium*. Das Exemplar von *Polypodium palaeoserratum* KOLAKOVSKI ist besser und vollständiger erhalten, es besteht aus 5 Fiedern eines Wedels mit 8 cm Länge, die Spitze ist abgerundet und hat einen stark gezackten Rand. In jedem Zähnen endet ein seitlicher Nerv, dies ist bei der neuen beschriebenen *Polypodium hambachense* nicht der Fall. *Polypodium palaeoserratum* KOLAKOVSKI hat sowohl große Ähnlichkeit mit der polymorphen Gruppe von *Polypodium vulgare* L., als auch mit dem rezenten *Polypodium serratum* (WALL.) FUTO. Ökologisch ordnet KOLAKOVSKI (1964) beide Farne als epiphytäre Farne der "feuchten gemäßigt warmen Wäldern" ein.

Nach mündlicher Mitteilung v. Hr. Prof. KVACEK, Prag wurden aus dem Oligozän von Nordböhmen eine neue Art beschrieben, *Polypodium radonii*. Nach der Diagnose weicht unser *Polypodium* in der Beschreibung der Sori und des Blattrandes ab, außerdem paßt der Befund der Sporen aus der Schicht F7 nicht zu dem nordböhmischen Farn.

2. 3. Unsichere und mit Namen von rezenten Arten belegte Nachweise der Gattung *Polypodium*

- 1859 *Polypodium schrotzburgense* HEER - : 152, Taf. CXLV. Fig. 11, Öhningerschichten, Mittelmiozän von Schrotzburg
- 1889 *Polypodium vulgare* L. *fossilis* BOULAY - : 55, Taf. 8, Fig. 5, Pliozän von Thezier

- 1889 *Polypodium Isseli* SQUINABOL - : 4, 11, Taf. 3, Fig. 4, Oligozän von S. Giustina, Ligurien
 1892 *Polypodium vulgare* L. *fossilis* BOULAY - : 46, ohne Fig., Pliozän von Dent du Marais (Puy de Dome).
 1952 *Polypodium vulgare* L. *fossilis* STRAUS - : 18, Taf. 1, Fig. 89, Stück Nr.: 5018 aufbewahrt in Göttingen, Pliozän von Willershausen
 1974 *Polypodium vulgare* L. *fossilis* KRAMER - : 204, 227, ohne Fig., Obermiozän (Fischbach Schichten) von Frechen.

Der bei HEER (1859) abgebildete Fiederrest ist nur dürftig erhalten und nicht sicher *Polypodium* zuzuordnen.

Die anderen bezeichneten Arten von *Polypodium* lassen sich mit Bestimmtheit in die Gattung einreihen. Die rezente Artbezeichnung sollte jedoch nicht für die fossile Art verwendet werden (KNOBLOCH 1992, 1998). Auf eine Namensgebung wie bei KOLAKOVSKI (1957, 1964), die eine Zugehörigkeit zu einer rezenten Art suggerieren würde, wurde verzichtet. Bei der Artbestimmung der rezenten Taxa werden zytologische Untersuchungsmethoden benötigt. Die Polypodiaceen-Exemplare von BOULAY (1889, 1892) sind nicht mit denen von Hambach identisch. *Polypodium vulgare* f., aus Frechen beschrieben von KRAMER (1974), ist zu mangelhaft erhalten, es könnte aber zu *Polypodium* gehören. Die von SQUINABOL (1889) als *Polypodium* beschriebenen Farne von Santa Giustina (Ligurien) sind sehr groß, sodaß sie nicht mit den neogenen Funden verglichen werden sollten.

2.4. Stratigraphie

Die Farnwedel stammen aus den Inden-Schichten (Exkursions-Nr. GREGOR E 772/15, Schicht HM-3, nach GREGOR et al. 1998) (vgl. Abb. 1 S. 7). Bei der Fundschicht handelt es sich um dünnbankige, sideritische und siltige Tone und Mergel mit einer reichen Blattflora: *Viscum*, *Smilax*, *Platanus*, *Cinnamomum*, *Quercus cruciata*, *Ulmus*, *Pterocarya*, *Betula*, *Salix*, *Liquidambar*, *Carpinus*, Juglandaceen und Pteridophyten (GREGOR et al. 1998: 19). Die Schicht entspricht der Stratigraphie nach WUTZLER (1993) 7F. Sporenfunde wurden von ASHRAF & MOSBRUGGER (1995) als *Polypodioidites secundus* (POTONIÉ) KRUTZSCH f. subsp. *secundus*, sowie *Verrucatosporites megafavus* KRUTZSCH (botanische Zugehörigkeit zu *Polypodium*) aus der Schicht 7F beschrieben, weitere Funde traten erst wieder in Schicht 13 auf.

2.5. Rezente Vergleichsarten, geographische Verbreitung und Ökologie

(Taf. 2, Fig. 1, 2, 3, Taf. 3, Fig. 4)

(Autorennamen hinter den Artnamen wurden von den Beschriftungen des Originalherbarmaterials übernommen)

Der Farn *Polypodium hambachense* nov. spec. kann mit den rezenten Farnen *Polypodium amoenum* WALL., *Polypodium australe* FÉE. (Taf. 2, Fig. 1), *Polypodium serratum* (WALL.) FUTO (Taf. 2, Fig. 3) und *Polypodium vulgare* L. (Taf. 2, Fig. 2) verglichen werden. Bei *Polypodium amoenum* WALL. befinden sich Sori auf allen Fiedern der Wedel, die Fiederränder sind gezähnt und die Fiederenden laufen spitz zu. *Polypodium australe* FÉE. ähnelt der Fiederform von *Polypodium hambachense* nov. spec., die Sori und der Blattrand stimmen überein. *Polypodium vulgare* L. besitzt kleinere Sori und ist am Fiederrand gewellt mit leicht eingerolltem Fiederrand. Bei *Polypodium serratum* (WALL.) FUTO sind alle Fiedern spitzzulaufend und die Pinnae stehen nicht gegenseitig.

Schichtfolge und Fossilführung im Tgb. Hambach

Dr. Wu | 11187

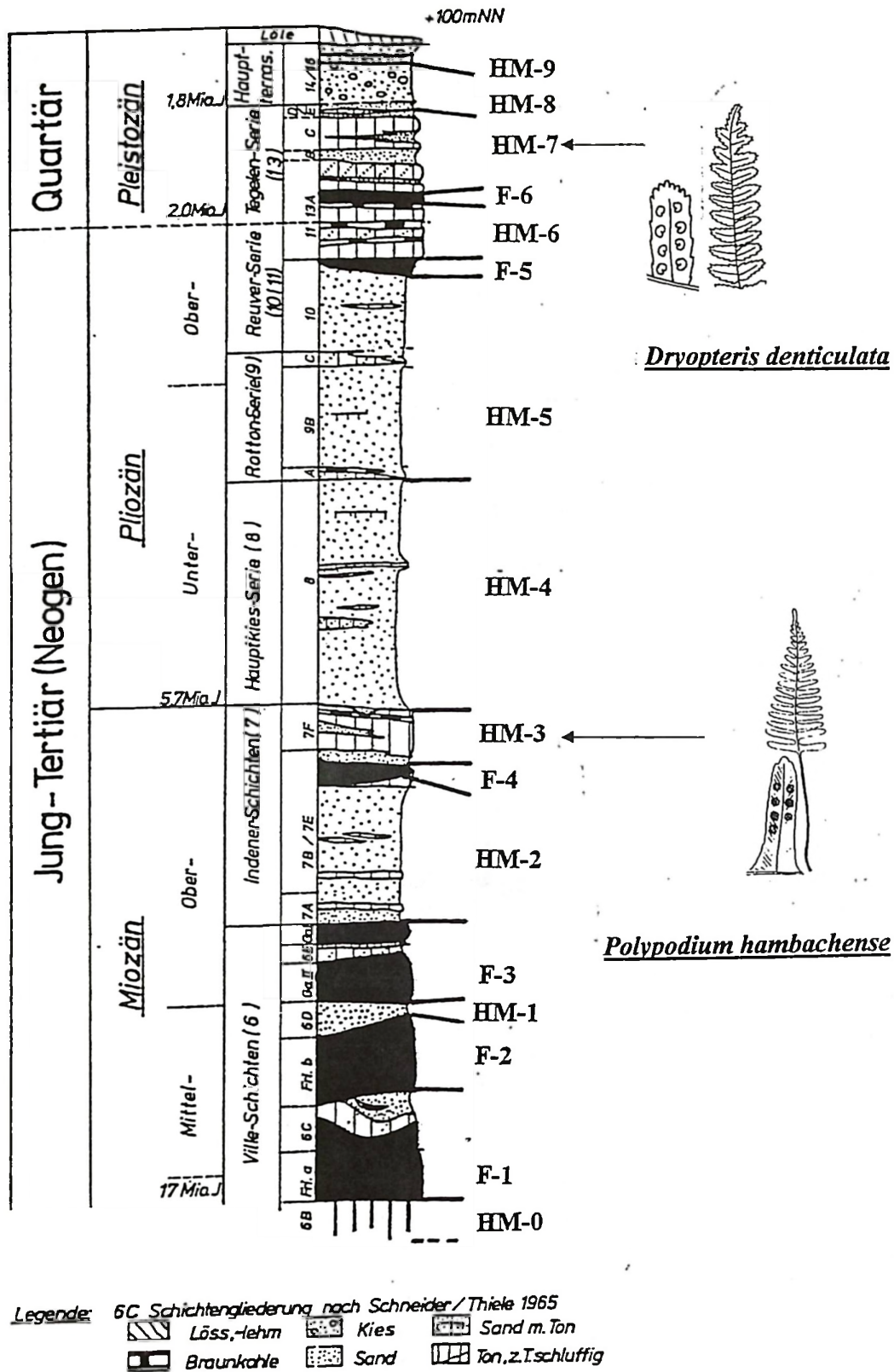


Abb. 1 Profil durch den Tagebau Hambach mit den neuen Bezeichnungen für die Schichten und Korrelation mit den alten Bezeichnungen (WUTZLER 1993, SCHNEIDER & THIELE 1965, GREGOR et al. 1998).

Der rezente Farn *Polypodium australe* FÉE kommt heute als Epiphyt auf den Kanarischen Inseln (subatlantisch-mediterran) vor, wie das Herbarmaterial aus Santa Cruz, Teneriffa (Taf. 2, Fig. 1) und eigene Beobachtungen (Taf. 3, Fig. 4) zeigen. *Polypodium australe* FÉE ist eine laubwerfende Form der gemäßigten feuchten Wäldern. *Polypodium amoenum* WALL. gedeiht heute als Epiphyt in subtropischen und tropischen Wäldern Asiens. *Polypodium vulgare* L. ist fast in ganz Europa beheimatet. Die verglichenen rezenten Arten von *Polypodium* leben heute in Felsspalten mit dünner Humusdecke, in milden, luftfeuchten und niederschlagsreichen Gebieten. Günstige Lebensbedingungen finden die Farne auch in Astgabeln, wo Blatt- und Rindenreste zusammengespült werden (Taf. 3, Fig. 4). Die Farne gedeihen dort, wo überdurchschnittliche Luftfeuchtigkeit herrscht, ihnen genügt eine spärliche Substratmenge zum Überleben, und können daher auch in den Baumkronen siedeln. Die Sporen werden leicht vom Wind verweht und gelangen so an geeignete Standorte.

3. *Dryopteris denticulata* ILJINSKAJA

3. 1. Beschreibung

Familie: Polypodiaceae BERCHTOLD & J. C. PRESL

Dryopteris denticulata ILJINSKAJA

(Taf. 3, Fig. 1, 2)

Synonyme:

- 1883 *Pteris bilinica* ETTINGSHAUSEN - PILAR: 9, Taf. 2, Abb., 2, Miozän von Preschen
- 1958 *Pteris palaeoaurita* KOVACS – ANDREANSKY: 46, 47, Abb. 3, Sarmat von Ungarn
- 1968 *Dryopteris denticulata* ILJINSKAJA – ILJINSKAJA: 34, 36, Taf. 1, Abb. 1, 2, Taf. 31, Abb. 4, 5, Taf. 32, Abb. 1-3, Obermiozän von Transkarpatien (Ukraine)
- 1987 *Dryopteris denticulata* ILJINSKAJA - PALAMAREV & PETKOVA: 19, Taf. 1, Abb. 5, 6, Taf. 2, Abb. 1, Sarmat von Ruzinci in Bulgarien
- 1998 cf. *Dryopteris* sp. - GREGOR et al: 24, Taf. 7, Fig. 3, 4, Tegelen Serie, Schicht 13 Hambach, Coll. BUTZMANN, Inv. Nr.: gH95010, gH95012.

Beschreibung: Material: gH95010, gH95012, Sammlung BUTZMANN, München. Es liegen zwei kleine Fiedern eines Farnwedels vor. Die Größe beträgt 1,5 cm, die Länge 3 cm. Die Fiederblätter sind wechselständig, sehr dichtstehend und mit breiter Basis aufsitzend. Es befinden sich Zähnnchen an der stumpfen breit-lanzettlichen Spitze. Von den Primärnerven eines Fiederblattes gehen von jeder Seite sechs Sekundärnerven ab, die sich dann bis zweimal dichotom aufspalten und an den Fiederblatttrand gehen. *Dryopteris denticulata* ILJINSKAJA ist dem jetzigen *Dryopteris felix mas* SCHOTT sehr ähnlich, welcher aber an der Blattspitze und am Blattrand große Zähnnchen besitzt.

Diskussion: Von der Farnart *Dryopteris denticulata* ILJINSKAJA liegen leider nur Fragmente vor. Nur durch die genauen und umfangreichen Beschreibungen von ILJINSKAJA (1968) und PALAMAREV & PETKOVA (1987) ist eine eindeutige Bestimmung dieses Farnes möglich geworden. Eine große Ähnlichkeit zu *Dryopteris denticulata* ILJINSKAJA zeigt *Pteris palaeoaurita* KOVACS in ANDREANSKY (1959) aus dem Sarmat von Ungarn. Nach der Beschreibung von KOVACS in ANDREANSKY ist der Rand der Blattpfieder gewöhnlich glatt und die Nerven sind gewunden, wobei sie bei *Dryopteris denticulata* ILJINSKAJA gerade sind, und immer im Bereich der Spitze ein kleines Zähnnchen zu erkennen ist. *Pteris bilinica* ETTINGSHAUSEN aus Preschen unterscheidet sich durch sehr häufig zweifach bis dreifach dichotom aufspaltende sekundäre Nerven und ist sehr ähnlich dem rezenten und weit verbreiteten *Pteridium aquilinum* KUHN. Wie oben erwähnt ist

Dryopteris denticulata sehr ähnlich dem heutigen *Dryopteris felix mas* SCHOTT (Taf. 1, Fig. 3). Zahlreiche Exemplare von *Dryopteris felix mas* SCHOTT (Asien, Nepal, Iran, Karpaten) befinden sich im Herbar der Botanischen Staatssammlung München (Taf. 3, Fig. 3).

3. 2. Stratigraphie, Paläobiologie und Thanatozönose der Schicht 13

Dryopteris-Reste wurden bei einer Hambach-Exkursion der PBA 1995 gefunden, weitere Exemplare wurden in den nächsten Jahren bis 1999 immer wieder in derselben Schicht ausgegraben und befinden sich in den Sammlungen der Autoren. Erwähnt und abgebildet wurden diese beiden Funde bereits bei GREGOR et al. 1998: 24, Taf. 7, Fig. 4, 5. Fundschicht war die Sohle 1 nach SCHNEIDER-THIELE (1965) und WUTZLER (1993), Tegelen Serie, Schicht 13 (Abb. 1, S. 7), unteres Pleistozän.

Tabelle 1. Pflanzenfunde aus Schicht H-HM-7/T, früher Schicht 13: Zur Erläuterung: D für Diasporen, B für Blätter und S für Sprosse. Die Ziffern geben die von BURGH v. d. (1983) entwickelten „vegetation units“ an. 1 „Open-water vegetation“, 2 „streamside vegetation“, 3 „carr and marsh-forest vegetation“, 4 „forest border-shrub vegetation“, 5 „flood plain forest“, 6 „upland forest“, 7 „coniferous forest“, 8 „heath“, 9 „peat bog“.

<i>Alisma plantago-aquatica</i> foss.	D 2	<i>Potamogeton natans</i> foss.	D 1
<i>Alnus</i> sp.	D 3	<i>Potamogeton</i> sp.	D 1
<i>Betula henningii</i>	B 3	<i>Proserpinaca reticulata</i>	D 3
<i>Carex blysmoides</i>	D 2	<i>Pterocarya limburgensis</i>	D 3
<i>Carex</i> sp.	D 2	<i>Quercus</i> sp.	B 3
<i>Carpinus</i> sp.	B 5	<i>Ranunculus</i> cf. <i>flammula</i>	D 2
<i>Cercidiphyllum helveticum</i>	D 3	<i>Ranunculus scleratus</i> foss.	D 2
<i>Decodon globosum</i>	D 2	<i>Ranunculus</i> sp.	D 2
<i>Equisetum limosellum</i>	S 2	<i>Rubus</i> sp.	D 3
<i>Euryale</i> sp.	D 2	<i>Sagittaria sagittifolia</i> foss.	D 3
<i>Fraxinus</i> sp.	D 3	<i>Salix</i> sp.	B 3
<i>Glyptostrobus europaea</i>	D 3	<i>Sambucus</i> sp.	D 3
<i>Hippuris vulgaris</i>	D 2	<i>Scirpus liratus</i>	D 2
<i>Hypericum</i> sp.	D 2	<i>Solanum dulcamara</i> foss.	D 2
<i>Menyanthes trifoliata</i> foss.	D 2	<i>Sparganium ramosum</i>	D 2
Musci gen. et sp. indet.	S 3	<i>Spirmatospermum weitzleri</i>	D 2
<i>Nuphar lutea</i>	D 1	<i>Stratiotis tuberculatus</i>	D 1
Nymphaeaceae gen. et sp. indet.	B 1	<i>Typha</i> sp.	D 2
<i>Platanus</i> sp.	B 3	<i>Viscum ponholzense</i>	D 2
<i>Polyporus</i> sp.	D 3		

Nach GREGOR et al. (1998) wurde die Schicht als H-HM-7/T bezeichnet, eine weißgraue tonige Hochflut-Fazies. Sehr häufig kam der Farn mit *Equisetum limosellum* (HEER) BUTZMANN vor, weitere Pflanzenarten aus dieser über Jahre besammelten Schicht sind in Tab. 1 aus GREGOR et al. (1998) aufgeführt. Die von BURGH v. d. (1983) definierten Vegetationseinheiten sind hier gegenübergestellt.

In der Schicht 13 sind im wesentlichen Wasser- und Sumpfpflanzen als fossile Gemeinschaft überliefert. Aus der Tabelle 1 wird ersichtlich, daß von insgesamt 39 Arten 18 der „open-water-vegetation“ und „streamside vegetation“ angehören, der Rest der Arten sind der „carr and marsh-forest-vegetation“ zuzuordnen. Dieser außerordentliche Reichtum krautiger Hydrophyten ist typisch für das ausgehende Miozän und Pliozän. Die Ursachen sind in der paläogeographischen Entwicklung Westeuropas im Neogen mit dem völligen Zerfall der Thetys zu suchen. Durch die Hebung des europäischen Kontinents und Herausbildung gewaltiger Schuttfächer und Tröge veränderte sich die Vegetationsentwicklung von Europa. Dieser Umbau der Artstruktur ist zum Ende des Miozäns besonders deutlich und auch in der Schicht 13 sehr signifikant. Die Schicht 13 hat ein anderes Vegetationsgepräge wie die vorhergehenden Reuver-Schichten 10-11, welche dem oberen Pliozän angehören. Nach MAI

(1995: 466) hat die hier überlieferte Hydrophytenvegetation ein eurosibirisches Gepräge. Die Flora von Schicht 13 enthält Arten, welche in der sibirischen Flora bereits im Untermiozän vorhanden waren und ab dem Pliozän auch in Mitteleuropa vorhanden sind. Analog den Verhältnissen beim arktotertiären Gehölzbestand kann auch von einer turgaischen Invasion bei den Wasser- und Sumpfpflanzen gesprochen werden.

4. Literatur

- ANDREANSKY, G. (1959): Die Flora der sarmatischen Stufe in Ungarn. - 360 S., 68 Taf., 238 Abb., 5 Karten; Budapest (Akademia Kiado).
- ASHRAF, A. R. & MOSBRUGGER, V. (1995): Palynologie u. Palynostratigraphie des Neogens der Niederrheinischen Bucht. I. (Sporen). - *Palaeontographica*, **B 235**: 61-173, 11 Taf., 8 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- BARTHEL, M. (1976): Farne und Cycadeen. - Abh. zentr. geol. Inst. (Paläont. Abh.), **26**: 439-498, 9 Abb., 17 Taf.; Berlin.
- BOULAY, A. (1889): Flore pliocène des environs Thèziers. - Mèm. l'Acad. de Vaucluse, t. 8: 1-6; Paris.
- BOULAY, A. (1892): Flore pliocène du Mont-Dore (Puy de Dôme). - 1-116, 10 Taf.; Paris.
- BOUREAU, E., & DOUBINGER, J. (1970): Traité de Paleobotanique. - Tome **IV/1**: 1-519: 378, Abb.; Paris.
- BURGH, J. v. d. (1983): Allochthonous seed and fruit floras from the Pliocene of the Lower Rhine Basin. - *Rev. Palaeobot. Polyn.*, **40**: 33-90, 4 Taf., 4 Tab.; Amsterdam.
- BUTZMANN, R. (1996): Neue Pflanzenfossilien aus dem niederrheinischen Tertiär X. Ein Massenvorkommen von *Equisetum limosellum* HEER s. n. im Tegelen des obersten Pliozäns des Tagebaus Hambach bei Niederzier. - *Documenta naturae*, **104/1**: 19-26, 2 Taf.; München.
- DIELS, L. (1899): Polypodiaceae. - In ENGLER, A. & PRANTL, K. (Hrsg.) Die natürlichen Pflanzenfamilien. - Teil **I**, **4**: 139-339; Leipzig.
- FISCHER, T. C. & BUTZMANN, R. (2002): Neue Pteridophyten des Neogens aus dem Tagebau Hambach (Niederrheinische Bucht) II. (in Vorbereitung).
- GREGOR, H. J., PINGEN, M., BUTZMANN, R., FISCHER, T. C., MAYR, CH., & SCHMITT, H. (1998): Die neogene Makroflora-Abfolge im Tagebau Hambach der Rheinbraun AG Köln. - *Documenta naturae*, **104/ 2**: 1- 83, 142 Tab., 8 Taf.; München.
- GREGOR, H. J., MAYR, CH., PINGEN, M., & SCHMITT, H. (1999): Vorläufige paläontologische Ergebnisse und Befunde zur Plio-Pleistozän-Problematik im Tagebau Hambach (Köln, Rheinbraun AG). - *Documenta naturae*, **104/4**: 1-33, 5 Tab., 10 Taf.; München.
- HEER, O. (1855): Flora tertiaria Helvetiae. - I: 118 S., Taf 1-50; Winterthur (J. Wurster-Comp.).
- HEER, O. (1856): Flora tertiaria Helvetiae. - II: 110 S., Taf. 51-100, Winterthur (J. Wurster-Comp.).
- HEER, O. (1859): Flora tertiaria Helvetiae. - III: 378 S., Taf. 101-155, Wintherthur (J. Wurster-Comp.).
- ILJINSKAJA, I. A. (1968): Neogenovye flory Zakarpatskoj oblasti USSR. - *Trudy Bot. Inst. Komarova*: 120 S., 54 Taf.; Leningrad (Akad. Nauk. SSSR).
- JONES, D. L. (1987): *Encyclopaedia of Ferns*. - 500 S., 320 Abb., London (British Museum).
- KNOBLOCH, E. (1992): Charakteristik und gegenseitige Beziehungen einiger Floren aus dem Obermiozän und Pliozän von Europa. - *Documenta naturae*, **70**: 6-29, München.
- KNOBLOCH, E. (1998): Der Pliozäne Laubwald von Willershausen am Harz. - *Documenta naturae*, **120**: 1-302, 34 Abb., 2 Tab., 64 Taf., München.
- KOLAKOVSKI, A. A. (1957): Pervoje dopolnenije k Kodorskoj pliocenovoju flore. - *Trudy*

- suchumskij. bot., sada, **11**: 33-54; Suchumi.
- KOLAKOVSKI, A. A. (1964): Pliotceovaja flora Kodora.- Monogr. suchumskij bot. sada, **1**: 1-209, 56 Taf.; Tbilissi.
- KRAMER, K. U. & GREEN, P. S (1990): The Families and Genera of Vascular Plants, I. -: 162 S.; Zahlreiche Abb.; Berlin (Springer-Verlag).
- KRAMER, K. U., SCHNELLER, J. J. & WOLLNWEBER, E. (1995): Farne und Farnverwandte. - 198 S., 31 Taf.; Stuttgart (Thieme-Verlag).
- KRAMER, K., (1974): Fossile Pflanzen aus der Braunkohlezeit. Die obermiozäne Flora des unteren Fischbachtones im Tagebau Frechen bei Köln. - Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges., **67**: 199-233, 36 Abb.; Hannover.
- KVACEK, Z. (2001): A new fossil species of Polypodium (Polypodiaceae) from the Oligocene of northern Bohemia (Czech Republic). - Feddes Repertorium **112**, (3-4): 159-177, 4 Taf.; Berlin.
- MAI, D. H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. - 691 S., 257 Abb., 14 Taf., 23 Tab.; Jena (Fischer Verlag).
- MESCHINELLI, A. & SQUINABOL, H. (1892): Flora tertiaria Italica. - 575 S.; Padua.
- PALAMAREV, E. & PETKOVA, A., S. (1987): Les fossiles de Bulgarie, **8**, 1. La macroflore du Sarmatien en Bulgarie. - 275 S.; Sofia (L'academie Bulgare des Sciences).
- PILAR, E. (1883): Flora fossilis susedana. - Djeda (Jugosl. Akad. Znan. Umjet.), **4**: 1-163, 90 Taf.; Zagreb.
- RASBACH, K. & WILMANN, O. (1967): Die Farnpflanzen Zentraleuropas. - 304 S., 136 Abb.; Stuttgart (Fischer-Verlag).
- SCHNEIDER, H. & THIELE, S. (1965): Geohydrologie des Erftgebietes. - 185 S., 75 Abb., 3 Tab., 2 Taf.; Düsseldorf (Minist. Ernähr. etc. Land Nordrh.-Westf.).
- SQUINABOL, S., (1889): Cenno preliminare sulla flora fossile di S. Giustina/Ligurien. - Ann. Mus. Civ. Storia. Nat., **2/VII**, (27): 73-76; Genova.
- STRAUS, A. (1952): Beiträge zur Pliozänflora von Willershausen. - Palaeontographica, **B 93**: 1-44, 21 Taf.; Stuttgart.
- WUTZLER, B. (1993): Geologischer Führer Tagebau Hambach. - 24 S., 10 Abb.; Niederrhein.

5. Tafelerläuterungen:

(Fotografien von R. BUTZMANN, soweit nicht anders angegeben.), Maßstab 1 : 1, soweit nicht anders angegeben.

Tafel 1

Fig. 1 - 6: *Polypodium hambachense* nov. spec. Alle Belege von Hambach, Inden Schichten 7 F, oberhalb des Flözes Garzweiler I (nach GREGOR et al. 1998 Schicht HM-3)

Fig. 1: *Polypodium hambachense* nov. spec., Holotypus, Farnwedel, Naturmuseum Augsburg, Inv. Nr.: 1999-800/1310

Fig. 2: *Polypodium hambachense* nov. spec., Holotypus, Farnwedel, das Gegenstück von Taf. 1, Fig. 1, Naturmuseum Augsburg, Inv. Nr.: 1999-800/1310

Fig. 3: *Polypodium hambachense* nov. spec., Holotypus, Sorus auf einer Fieder von Taf. 1, Fig. 2, Maßstab 3 : 1.

Fig. 4: *Polypodium hambachense* nov. spec., Isotypus, Farnwedel, Naturmuseum Augsburg, Inv. Nr.: 1999-801/1310

Fig. 5: *Polypodium hambachense* nov. spec., Isotypus, Farnwedel mit Sori, Kollektion KLEIST (Krefeld)

Fig. 6: *Polypodium hambachense* nov. spec., Isotypus, Mittelstück des Farnwedels, Naturmuseum Augsburg, Inv. Nr.: 1999-802/1310



Tafel 2

Fig. 1 - 3: Rezente Arten der Gattung *Polypodium*, aus dem Herbar des der Bayerischen Botanischen Staatssammlung München, mit epiphytärem Wachstum, in natürlicher Größe.

Fig. 1: *Polypodium australe* FÉE, (rezent 1978), Santa Cruz, Teneriffa, 150 m ü. NN
vgl. auch Taf. 3, Fig. 4

Fig. 2: *Polypodium vulgare* L., Amis, Anatolien

Fig. 3: *Polypodium serratum* (WALL) FUTO, Anatolien



Tafel 3

Fig. 1 - 2: *Dryopteris denticulata* ILJINSKAJA. Alle Belege von Hambach, Tegelen Schichten, Schicht 13 (nach GREGOR H-HM-7/T), Maßstab 2:1.

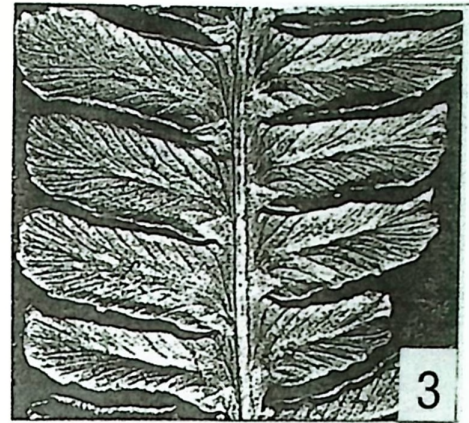
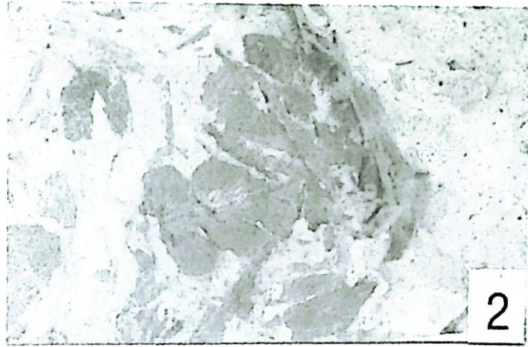
Fig. 1: *Dryopteris denticulata* ILJINSKAJA, Sammlung BUTZMANN, Inv. Nr.: gH 95010

Fig. 2: *Dryopteris denticulata* ILJINSKAJA, Sammlung BUTZMANN, Inv. Nr.: gH 95012

Fig. 3: *Dryopteris felix mas* SCHOTT, Ausschnitt von einem Farnwedel (rezent), aus ILJINSKAJA (1968) Maßstab 3:1, Transkarpatien.

Fig. 4: *Polypodium australe* FÉE als Epiphyt in einer Astgabel, Lorbeerwald des Anaga-Gebirges, Teneriffa, Kanarische Inseln (Foto T. C. FISCHER, Juli 2001).

Tafel 3



Documenta naturae	138	S. 25-47	6 Tafeln	München	2000
-------------------	-----	----------	----------	---------	------

Leaves and cuticles **from the upper part** **of the Rhenish browncoal**

J. v. d. BURGH

Abstract

A study is made of a sample of browncoal with leaf compressions from the browncoal quarry "Hambach" at Düren, Germany. A new species is described, *Cliftonia litkei* nov.sp.. The flora is compared with descriptions in the literature concerning West European lignites and a vegetation reconstruction is attempted. This is NSG publication no. 20011006.

Key words

Miocene, Inden Series, Hambach, Browncoal, Leaves, Cuticles

Address of the author:

Dr. Johan van der Burgh
Laboratory of Palaeobotany and Palynology
Budapestlaan 4
3584 CD UTRECHT
THE NETHERLANDS

Introduction

A study is made of some samples of browncoal containing leaf compressions. The material originates from a small seam comparable with the upper seam of the rhenish browncoal and is collected in the quarry Hambach near Düren (Germany). This offered a welcome possibility to study the peat-forming vegetation of the upper Miocene browncoal. It is used as a base of a preliminary comparison with the data concerning the peat-forming vegetation of the older main seam in the rhenish basin and in the Lausitz. The leaves are prepared and cuticle preparations are made. After that the material is dried very slowly during a long period.

The venation of the leaf compressions is studied under a low magnifying microscope. The cuticles are bleached and studied under a microscope. Also some coal has been dissolved to gain dispersed cuticles. The material was so crowded with leaf remains, that in some cases it is difficult to make certain that a cuticle preparation is indeed originating from a particular impression. Terminology is according to Dilcher (1974), Nomenclature of botanically unidentified cuticles follows the system of Roselt & Schneider (1969).

Description of the leaf material:

Gymnospermae

Pinaceae

Pinus sp. subgenus *Haploxylon* KOEHNE Plate 1, figs. 1,2; Plate 6, fig. 8-2,

Material: Prep. no. 3241, 3246; specimen no. U9659, U9751.

Description: Cuticle badly preserved, very thin. Stomata in longitudinal rows, longitudinal orientated, very close. Stomata cyclocytic with ca 8 accessory cells. Aperture of the stomata ca. rectangular, stomata over the guard cells ca 50 μm long and ca 37 μm wide. Between the rows of stomata rows of elongate rectangular epidermis cells with a slightly sinuate wall are present. The distance between the rows of stomata varies between 4 and 10 rows of epidermal cells.

Identification: This type of cuticle is very alike that of *Pinus* sp. subgenus *Haploxylon* as described by Litke (1966). Therefore it has been described under the same name.

Taxodiaceae

Taiwania sp. Plate 1, fig. 3,4; Plate 6, fig. 8-3.

Synonyms: *Enormicutis ovalicavata* SCHNEIDER

Material: Prep. no. 3238; specimen no. U9751.

Description: Cuticle with stomatal and non stomatal bands. The epidermal cells in the non stomatal bands are ca. rectangular, slightly longer than broad, 18 x 13 μm . Cell pattern in the stomatal bands more irregular because of the very loosely and irregular arranged cyclocytic stomata. Stomata 27 x 22 μm , all orientated longitudinally. The accessory cells are slightly thinner than the normal epidermal cells and the accessory ring is irregular in outline.

Identification: This material is comparable with the cuticle described as *Taiwania* sp. by van Stroe (1996). This type of cuticle is also known under the name *Enormicutis ovalicavata* (Schneider 1974); it is assigned to *Taiwania*.

Sciadopitys tertiaria MENZEL Plate 1, fig. 5,6,7,8.

Synonyms: *Sciadopitycutis marcodurensis* (ERMELING) SCHNEIDER

Material: Prep. no. 3222, 3223, 3224, 3225, 3272, 3276; specimen no. U 3471, U9470, U9480, U9481, U9538, U9549, U9616, U9621, U9636.

Description: Compressions: needle-like light coloured fragments of leaf compressions, up to 5 cm long and 0,3 cm wide. Cuticle thick and lustrous.

Upper cuticle: epidermal cells elongate, up to 150 µm long, 30 µm wide, rectangular, with some cross-walls oblique. Walls straight and pitted.

Lower cuticle: stomata restricted to a band in a groove in the middle of the needle. All cells in this band papillate, papillae curving over the stomata. Stomata themselves with 4-5 accessory cells, and lying in longitudinal rows; longest axis of the stoma parallel to the axis of the needle. Cells of the lower epidermis outside the central groove elongate, up to 100 µm long and up to 35 µm wide or identical to those of the upper cuticle.

Identification: These needles and cuticles are identical with those described in the literature as *Sciadopitys tertiaria* or *Sciadopitycutis marcodurensis*. While the latter species is considered to be the cuticle of the leaf species and moreover the leaves are present, the material is assigned to *Sciadopitys tertiaria*.

Angiospermae Dicotyledonae

Cyrillaceae

Cliftonia litkei nov. sp. Plate 2, fig. 3,4,7,8.

Synonyms: NFu 37 (Litke 1966), *Cliftonia* sp. (Van der Burgh 2000)

Diagnosis: Leaves lanceolate to ovate, margins entire, with or without a short pedicel, base and apex acute, venation hypodromous. Leaf hypostomatic, cuticle cells multiangular with straight walls. Cuticle with multiple rims, obliterating the cellular pattern. Stomata anomocytic, ledges strongly ornate.

Holotypus: Cuticle preparation no. 3234 (plate 2, fig. 3) with specimen no. U9625.

Paratypes: Cuticle preparation no. 3271 (plate 2, fig. 4) with specimen no. U 9716 and specimen no. U9747 (plate 2, fig. 7) with cuticle preparation no. 3213. The specimens and cuticles are stored in the collection of the Laboratory of Palaeobotany and Palynology, Utrecht university.

Type Locality: Tagebau Hambach near Düren, Germany

Type Horizon: Inden Series.

Derivatio nominis: After Litke, who was the first to discover and describe this species as a separate entity.

Material: Prep. no. 3213, 3214, 3233, 3234, 3242, 3250, 3251, 3253, 3255, 3257, 3271, 3273, 3274, 3275, 3276, 3280, 3281, 3286, 3290, 3296, 3947, 3948, 3950; specimen no. U3368, U3471, U9470, U9481, U9513, U9533, U9537, U9552, U9560, U9578, U9587, U9621, U9625, U9637, U9647, U9649, U9652, U9656, U9658, U9662, U9688, U9695, U9701, U9716, U9734, U9744, U9747, U9751, U9764.

Description: Compressions: the leaves are lanceolate to narrowly ovate, 10-14 mm broad, 3.5-ca 5 cm long. Apex acute, base acute, margin entire. Petiolus not observed. Venation hypodromous. Outline very often slightly sinuate.

Cuticle: the upper cuticle as well as the lower cuticle is moderately to heavily strengthened

with a meshwork of rims, which in most cases completely obliterates the cellular pattern. In some cases however this meshwork is less heavily developed in the lower cuticle and there the cell walls of the epidermis can be observed. The cells are multiangular with rather straight walls. The stomata are anomocytic, length 30-38, mean 35 μm , breadth 22-25, mean 24 μm . The stomatal ledges tend to be strongly ornate.

Identification: This type of cuticle is described by Litke (1966) as type NFu 37. Among the recent cuticles that of *Cliftonia monophylla* (LAM.) SARG. (Plate 2, fig. 2) from the southeastern USA matches our material. The variation in the development of the meshwork of rims is even greater in the modern species than in the fossil species. Also the leaves of the recent species are more or less sinuate (Plate 2, fig. 1). Therefore the material is assigned to the genus *Cliftonia* under the above given name.

Cyrilla thomsonii KRAEUSEL ET WEYLAND Plate 2, fig. 5,6,8,9, plate 6, fig. 8-1.

Synonyms: NFu 27 (Litke 1966)

Material: Prep. no. 3201, 3209, 3219, 3220, 3221, 3231, 3232, 3235, 3248, 3263, 3264, 3293, 3298, 3952; specimen no. U9475, U9482, U9489, U9561, U9571, U9576, U9625, U9630, U9653, U9654, U9700, U9706, U9751.

Description: Compressions: all leaf fragments are incomplete, either base or top are missing. The base is acute, the apex is also acute. Length: at least 4-5cm. Venation semicraspedodromous, rather clear, Secondaries going up to the margin, here they curve upward and join each other. Some tertiaries go from here to the margin. No clear marginal vein observed. Tertiaries and quaternaries clearly visible. Texture of the leaf apparently medium thick to thin.

Upper cuticle: cells rounded, irregular, walls ca straight, Diameter 18-45 μm , mean 25 μm . Lower cuticle: stomata restricted to areoli, rounded, ca 35 μm in diameter, often with a conspicuous circular thickening around the stomatal lining, anomocytic. Epidermal cells within the areoli irregular to isodiametric, walls ca straight to slightly bent. Mean diameter ca 25 μm . Cells over veins elongate, up to 45 μm long, 10-15 μm broad.

Identification: This type of leaf and cuticle is known in the literature under the name of *Cyrilla thomsonii*. (Kräusel & Weyland 1954, Litke 1966, Jähnichen 1969, Schneider 1992). Our comparisons with recent *Cyrilla racemiflora* endorse this identification as a member of this genus.

Iteaceae

Itea sp. Plate 3, figs. 1,3; plate 6, fig. 8-6.

Synonyms: NFu 22 (Litke 1966)

Material: Prep. no. 3210, 3211, 3212, 3215, 3229, 3230, 3243, 3244, 3262, 3277, 3952, 3953, 3971; specimen no. U9665, U9706, U9751.

Description: Compressions: these are very fragmentary.

Upper cuticle: cells isodiametric, walls undulate type a, diameter 30 μm . Veins faintly marked by somewhat elongated cells to very long cells, diameter 30-55 x 10-15 μm . The walls are slightly undulate in the moderately elongated cells to straight in the stronger elongate cells. Hair bases present, consisting of radially arranged small (diameter 10 x 10 μm) cells with straight walls, merging into elongate cells with sinuate walls. In the centre 1-4 small lignified cells present.

Lower cuticle: stomata diffuse, unorientated, rounded, diameter ca 25 μm , aperture rounded

to wide elliptical, diameter ca 7,5 μm , anomocytic, restricted to the areoli. Cells in the areoli isodiametric, ca 25 μm in diameter, walls undulate type a. Cells over the veins also with undulate walls, slightly elongate with also hairroots of the same type as in the upper cuticle present.

Identification: This type of cuticle matches closely that of *Itea ilicifolia* OLIVER (Plate 3, fig. 2). Therefore it has been described here as *Itea* sp. While presently an *Itea* (*I. virginica* L.) is still present in peat generating vegetations in Florida, USA, it is very probable, that *Itea* was actually present in the Tertiary browncoal vegetation.

Loranthaceae

Viscum miquelii (GEYLER ET KINKELIN) CZECZOTT Plate 3, fig. 4.

Synonyms: *Viscophyllum miquelii* (GEYLER ET KINKELIN) ENGELHARD ET KINKELIN.

Material: Prep no. 3287, 3471, 3662, 3968; specimen no. U9641.

Description: Compression: too fragmentary for description.

Cuticle: cuticle amphistomatic, Lower and upper side identical. Stomata brachyparacytic, large, length of stomatal cells 60-70 μm , breadth 45-50 μm . Epidermal cells three to multiangular, up to 180 μm long and 100 μm broad, walls straight to curved.

Identification: This type of cuticle is known from the literature (Czeczott & Skirgiello 1961, Litke 1966) under the above name.

Magnoliaceae

Magnolia liblarensis (KRAEUSEL ET WEYLAND) KVACEK Plate 3, fig. 8,9,10.

Synonyms: *Falcicutis varians* SCHNEIDER; *Papilionaceophyllum liblarensis* KRAEUSEL ET WEYLAND.

Material: prep. no. 3226, 3227; specimen no. U9527.

Description: Compression: shape ovate, with an obtuse base, apex missing. Length of fragment 3 cm., width 1.5 cm., margin entire, venation hypodromous.

Upper cuticle: not observed.

Lower cuticle: stomata restricted to the areoli, amphicyclocytic, very thin. Diameter ca 35 μm . Epidermal cells irregular polygonal, walls straight or slightly curved, diameter 17-20 μm . Papillae present, variable in number.

Identification: This cuticle is comparable to *Papilionaceophyllum liblarensis* (syn. *Falcicutis varians* (Schneider 1969). According to Kvacek (1978) it has to be placed with *Magnolia*.

Myricaceae

Myrica integerrima KRAEUSEL ET WEYLAND Plate 3, figs 6,7.

Synonyms: *Pelticutis parvirima* SCHNEIDER

Material: Prep. no. 3202; specimen no. U9613.

Description: Compression: the material is too fragmentary for a description.

Upper cuticle: cells elongate to isodiametric, walls straight, dimensions 15-25 μm .

Hairbases present. These are 20 μm in diameter and consist of two cells with thickened walls and are surrounded by radiating elongate cells.

Lower cuticle: stomata anomocytic, restricted to the alveoli, rounded to elliptic, 24-28 x 27-30 μm . Epidermal cells with straight walls; over the veins they are more or less isodimetric and small, 10-15 μm in diameter, in the alveoli they are elongate, very variable in size and up to 30 μm long. The cuticle over the alveoli is thinner than over the veins. Hair bases are present over the veins. They are of the same type as the hair bases of the upper cuticle.

Identification: This type of cuticle with its typical two-celled hairbases is known from the genus *Myrica*. Within the literature this cuticle agrees with the description of *Myrica integerrima* as well as with that of its synonym *Peltacutis parvirima* (Schneider 1969). Therefore it has been assigned to that species.

Rhamnaceae

Berchemiophyllum sp. Plate 3, fig. 5; Plate 4, fig. 2

Synonyms: NFu 29 (Litke 1969)

Material: Prep. no. 3200; specimen no. U9710.

Description: Compressions: leaf narrow lanceolate, at least 3 cm. long, apparently thick, leathery. Venation: hyphodromous. The base and the top of the leaf are missing.

Upper cuticle: cells isodiametric, pentagonal, walls straight. The epidermal cells over the veins somewhat elongated; length: 27-44 μm , mean 35 μm , breadth: 15-19 μm , mean 17 μm . Lower cuticle; stomata restricted to the alveoli; cells over the veins thicker walled than those over the alveoli; Diameter 12.5-20 x 27.5-35 μm . Cells in the alveoli thin walled, pentamerous, ca 15 μm in diameter; walls densely pitted, straight. Stomata cyclocytic, stoma cells 20-23 μm long, 15-20 μm broad. Accessory cells very thin walled.

Identification: This type of cuticle is very common among the Rhamnaceae. It has been observed in the cuticle of *Reynosia septentrionalis* Urban (Plate 4, fig. 1) and *Rhamnus oleoides*. As is argued by Jones and Dilcher (1988) a further identification is not possible. Therefore our material has been described as *Berchemiophyllum* sp.

Symplocaceae

Symplocos sp. Plate 4, fig. 5,9,10,13,14.

Material: prep. no. 3285; specimen no. U9670.

Description: Compression: incomplete, the apex is missing. Shape: oblong acuminate, cuneate at the base, at least 6 cm long and ca 1 cm wide. The margin is entire. Venation: hyphodromous.

Upper cuticle: cells penta-hexagonal, walls straight; covered with numerous papillar hairs, up to 400 μm long and up to 50 μm wide. The apex is rounded. The base has the same outline as the surrounding epidermal cells. The latter are sometimes arranged radially around these papillae.

Lower cuticle: stomata anomocytic, small, elongate, measures: 30 x 18 μm .

Identification: The hairs, especially their implantation, are comparable to those of *Symplocos ernestii*, although the latter has more pointed hairs and smaller stomata. However, the anomocytic stomata are comparable to those of very many species of the genus.

Incerte sedis

Coronicutis hartauensis ROSELT ET SCHNEIDER Plate 4, fig. 3,12,15.

Material: Prep no. 3256; specimen no. U9691.

Description: Compression: this was a very tiny fragment, neither base or apex are present. Venation hyphodromous

Upper cuticle: cells quadratic to pentameral, walls straight to sinuous, type a, diameter of the cells 30-50 μm .

Lower cuticle: stomata cyclocytic, stoma diameter 30-40 μm . Accessory cells slightly smaller than the epidermal cells. The latter with slightly stronger sinuous walls than those of the upper cuticle, but still type a, diameter of the cells 40-50 μm .

Identification: This type of cuticle with is identical to that described as *Coronicutis hartauensis* by Roselt & Schneider(1969), therefore it has been assigned to that species.

Lusaticutis rugosa ROSELT ET SCHNEIDER Plate 4, fig 4,6,7,8.

Synonyms: NFu 10

Material: Prep. no. 3197, 3278, 3279, 3289, specimen no. U9532, U9536.

Description: Compression incomplete, the apex is missing; the base is acute, it is ca 3 cm long and 0.5 cm wide, narrow lanceolate, hyphodromous.

Upper cuticle: Cells mutiangular, walls sinuate, type c, diameter variable, 25-75 μm , mean 50 μm . No traces of any veins observed. Cuticle ca 3 μm thick.

Lower cuticle: stomata concentrated in areoli, anomocytic, length 25-35 μm , mean 30 μm , width 25-30 μm , mean 27 μm . T-pieces present, not very prominent. Epidermal cells in the areoli 25-50 μm in diameter, mean ca 35 μm , very variable. Epidermal cells over the veins 45-70 x 15-25 μm . Sometimes hairs are present over the veins; shape and size is unknown. hairroots: sclerenchymized cell of 15 μm diameter, wall thickness 3 μm , adjacent epidermal cells slightly orientated on hairroots. Cuticle ca 1.5 μm thick.

Identification: This cuticle is comparable with that described as *Lusaticutis rugosa* by Roselt & Schneider (1969), The material with more sinuous walls, described by Litke (1966) is assigned to this species. Also the *Lusaticutis*, pictured by Schneider (1992) is of this type. Our material is assigned to this species.

Krauselicutis punctata (KRAEUSEL ET WEYLAND) SCHNEIDER Plate 4, fig. 11; plate 5, figs. 1,3,6; plate 6, fig. 8-4.

Synonyms: *Illicium limburgense* KRAEUSEL ET WEYLAND

Material: Prep. no. 3203, 3216, 3217, 3240; specimen no. U9751,

Description: Compression: outline elliptical with an acute base, Top missing but probably also acute. Margin entire. Venation camptodromous with a conspicuous midvein and weak secondaries.

Upper cuticle: cells isodiametric, rounded, diameter ca 10 μm , walls straight or curved to undulate type c. Hairbases present, monocellular, more or less rounded, walls thickened.

Lower cuticle: stomata cyclocytic, accessory cells smaller than normal epidermal cells, walls curved. Stomata rounded, aperture rounded to elliptic, ca 6x8 μm , Glandular hairs present, hair base a thick-walled single cell.

Identification: This type of cuticle is comparable to that, described as *Illicium limburgense* by Kräusel & Weyland (1950); however, there is considerable discussion as to the

relationship of these leaves and at present they are considered as belonging to the Theaceae. Therefore it is described under the formal name of the cuticle, as given by Schneider (1969).

Ordinicutis orbirima ROSELT ET SCHNEIDER Plate 5, fig. 2,4,5,7,8.

Material: Prep no. 3200, 3204, 3228, 3236, 3249, 3252, 3282, 3283, 3284, 3949, 3951, 3960, 3972; specimens no. U3368, U9498, U9502, U9523, U9526, U9616, U9671, U 9751.

Description: Compressions: all leaf fragments are incomplete, length at least 4 cm., the breadth is 1.3-1.5 cm. Venation rather clear, semicraspedodromous with secondaries dividing in branches which connect them with a marginal vein.

Upper cuticle: cells more or less isodiametric, tetra- to pentameral, diameter 25-30 μm .

Lower cuticle: stomata cyclocytic, with a large oval pore. Guardcells typically indented at their junction, T-pieces weakly developed, accessory cells sometimes smaller than the other epidermal cells, slightly granulated. Diameter of stomata 30-38 μm , diameter of epidermal cells 30-35 μm .

Identification: This cuticle is in every respect comparable to that, described as *Ordinicutis orbirima* by Roselt and Schneider (1969), whence it has been assigned to this species.

NFu 36. Plate 6, fig. 1,2,3,8-5.

Material: Prep. no. 3239, 3245, 3247, 3265, 3269, 3294, 3954, 3956, 3975; specimen no. U3645, U9480, U9633, U9634, U9674, U9680, U9694, U9698, U9751,

Description: Compression: narrow elliptic, 4 cm long and 1 cm wide, base and apex acute, margin entire. Venation brochidodromous.

Upper cuticle: cells isodiametric, tetra-hexamorous, walls straight. All cells provided with cristal-like knots.

Lower cuticle: over the midrib is a string of ca 100 μm breadth, consisting of more or less rectangular cells, gradually merging in the pattern of isodiametric tetra - hexamorous cells, diameter 17.5-25 μm , mean 20 μm , walls straight. Stomata evenly dispersed, anomocytic, rounded or even slightly indented at the junction of the stomatal cells, aperture wide oval.

Measures: length: ca 25 μm , breadth ca 27 μm .

Identification: This cuticle agrees with the description of cuticle NFu 36 from Litke(1966). Therefore it has been assigned to that species.

Angiospermae-Monocotyledonae

Arecaceae

Sabal major UNGER Plate 6, fig. 5.

Synonyms: *Trachycarpus* sp.

Material: Prep. no. 3288.

Description: Only a fragment of the lower cuticle has been found. Stomata in longitudinal lines, 25 x 14 μm , brachyparacytic. Rows of stomata separated by rows of narrow elongated epidermal cells (up to 6 μm wide), walls straight.

Identification: This cuticle is comparable to that of *Trachycarpus fortunei* WENDL., except that the stomata in the latter are not always brachyparacytic but rather often brachytetracytic. The walls in the recent species are also straight. In this respect both the recent species and

our fossil differ from *Trachycarpus* sp. described by Litke (1966) which has sinuate walls. This cuticle is identical to that of *Sabal major* as described by van der Burgh (1984). It has been assigned to that species, although it is clear that the relationship with *Trachycarpus* is closer than with *Sabal*.

Smilacaceae

Smilax tertiaria JUCHNIWICZ Plate 6, fig. 4.

Synonyms: NFu 9 (Litke 1966)

Material: Prep. no, 3205, 3206, 3207, 3208, 3258; specimen no. U3662.

Description: Compressions: very fragmentary, not suited for description.

Upper cuticle: cells more or less longitudinal orientated, walls sinuous, type 3 (Dilcher 1974).

Lower cuticle: stomata 30-35 μm long, 25-30 μm broad, brachyparacytic. The whole apparatus, stomata plus accessory cells orientated in the same direction as the surrounding cells, which is mostly, but not always longitudinal. Epidermal cells elongate, up to 80 μm long and up to 40 μm wide. Walls sinuous, Type c; more elongate and strictly longitudinally orientated over the veins.

Identification: This type of cuticle agrees with the descriptions of *Smilax tertiaria* in the literature. Therefore it has been assigned to that species.

Dioscoreaceae

Dioscorea liblarensis (KRAEUSEL ET WEYLAND) PETERS Plate 6, fig. 6,7.

Synonyms: *Dioscoreophyllum liblarensense* KRAEUSEL ET WEYLAND, *Remilatericutis tenuis*

ROSELT ET SCHNEIDER, *Varipilicutis liblarensis* (KRAEUSEL ET WEYLAND) SCHNEIDER

Material: Prep. no. 3198, 3254, 3268, 3297, 3958; specimen no. U9480, U9762, U9768.

Description: Compressions: these consist of poor fragments, unsuitable for a description.

Upper cuticle: cells isodimetric, walls straight, diameter ca 25 μm .

Lower cuticle: stomata brachyparacytic, 30 x 20 μm , restricted to the alveoli. Epidermal cells isodimetric, diameter ca 20 μm , sometimes elongate. Walls straight to curved. Numerous hairs present over the veins. The base consists of a thick-walled cell, diameter 5-8 μm , surrounded by radiating epidermal cells.

Identification: This type of cuticle is comparable to that *Dioscoreophyllum liblarensense* (Kräusel & Weyland 1954), later renamed as *Dioscorea liblarensis*, which according to Weyland (1957), Peters (1963) and Litke (1966) is very variable. Although the extraxillary nectaries are not found, the other characters match very well those of the descriptions of the mentioned authors. Therefore it is assigned to this species.

Discussion

Our rather small samples have given us material of 19 species of phanerogamic plants. Therefore a definitive conclusion concerning the peat forming vegetation of the upper seam is too far fetched. However, comparison of our results with data concerning peat generating vegetation in the European Tertiary makes clear, that no species considered typical for the

more eutrophous stages of the development (K Fazies by Schneider 1992) are present. Most of the species mentioned also in this paper of Schneider belong to the so called "A Fazies", part also to the "P Fazies", representing an Angiosperm dominated bog vegetation and a *Pinus* dominated bog vegetation respectively. Also the modern representants of the newly recognised genera *Cliftonia* and *Itea* belong to vegetations which can easily be compared with these facies of development. So for the bogs which formed the material of the upper seam in the Rhenish browncoal we can assume a development comparable to that in the older Lausitz seams. However, the vegetation is slightly impoverished, for several of the typical species of the Lausitz seam are missing here. e.g. *Illicium limburgense*, *Quercus rhenana* and several Lauraceae. However, the Lauraceae are represented in the upper seam by *Laurinoxylon nectandrioides* KRAEUSEL ET WEYLAND. In this respect it is also interesting to note the rather strong representation of *Sciadopitys* in our samples. A strong representation of this species is in the Lausitz restricted to the very oligotrophic "M Fazies". It is however to be noted, that *Sciadopitys* was found strongly represented throughout the Upper seam of the Rhenish browncoal (Van der Burgh 1973). In the accompanying leaf floras it is interesting to note the change in species of *Quercus* at the beginning of the Inden Series and the reduction in species as well as in numbers of specimens of the leaves of Lauraceae in the Inden Series. This may, used with prudence, shed some light on changes in the vegetation during the deposition of the Inden Series.

With respect to the climate: The recent representants of the species found prefer a CFA Climate, such as found in Eastern China and South-eastern North-America. Especially the bog vegetations of Florida and adjacent Atlantic states are interesting for comparison. With respect to this it must be mentioned, that especially the Cyrillaceae are restricted to more northerly regions of Florida and the Atlantic states where short periods with frost during the night are not uncommon. A climatic difference with older browncoal bogs, such as those originating the Head seam of the Rhenish Browncoal and the Lausitz deposits cannot be established, as most species found here are also recorded from these deposits.

Acknowledgements

The Author is indebted to Dr. Wutzler from the Rheinbraun who initiated this research. Furthermore he thanks his colleagues at the laboratory of Palaeobotany for discussions and help. A special word of thank goes to Mr. Elsendoorn for preparing the majority of the photographs used in this paper.

References

- Burgh, J. van der, 1973. Hölzer der niederrheinischen Braunkohlenformation, 2. Hölzer der Braunkohlengruben "Maria Theresia" zu Herzogenrath, "Zukunft west" zu Eschweiler und "Victor" (Zülpich Mitte) zu Zülpich. Nebst einer systematisch anatomischen Bearbeitung der Gattung *Pinus* L. Review of palaeobotany and palynology, 15(2/3): 73-275.
- Burgh J. van der, 1984. Some palms in the Miocene of the lower Rhenish Plain. Review of Palaeobotany and Palynology, 40: 359-374.
- Burgh, J. van der, 1999. Symplocaceae and Cyrillaceae in the lower Rhenish Brown coal: important components of a peat-generating vegetation. Acta Palaeobotanica Cracow. Suppl. 2: 411-417.

- Czeczott, H. & Skirgiello, A. 1961. The fossil Flora of Turow near Bogatynia, second part, Dicotyledones. *Prace Muzeum Ziemi*, 4: 5-18, 50-84, 89-92, 103-117.
- Dilcher, D.L., 1974. Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. *The Botanical review*, 40(1): 1-157.
- Jähnichen H., 1969. Revision zu Originalen strukturbietender Blätter aus der Lausitzer und Niederrheinischen Braunkohle. *Geologie*, 18: 77-111.
- Jones J.H. & Dilcher D.L., 1988. A Study of the *Dryophyllum* leaf forms from the Palaeogene of Southeastern North America. *Palaeontographica b*, 208: 53-80.
- Kräusel, R. & Weyland, H., 1950. Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter 1. *Palaeontographica*, B, 91: 7-92.
- Kräusel, R. & Weyland, H., 1954. Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter 2. *Palaeontographica*, B, 96: 106-163.
- Kvacek, Z., 1978. Some members of The Magnoliaceae from the european Tertiary. in Pokorny (Editor) *Palaeontological conference*, Praha 1977, 169-182.
- Litke, R., 1966. Kutikularanalytische Untersuchungen im Niederlausitzer Unterflöz. *Paläontologische Abhandlungen*, B, 2: 329-426.
- Peters, I., 1963. Die Flora der Oberpfälzer Braunkohlen und ihre ökologische und stratigrafische Bedeutung. *Palaeontographica*, B, 112: 1-50.
- Roselt, G. & Schneider, W., 1969. Cuticulae dispersae, ihre Merkmale, Nomenklatur und Klassifikation. *Paläontologische Abhandlungen* B, 3(1): 1-128.
- Schneider, W., 1969. Cuticulae dispersae aus dem 2. Lausitzer Flöz (Miozän) und ihre fazielle Aussage. *Freiberger Forschungshefte*, c, 222: 1-75.
- Schneider, W., 1974. Über tertiäre Koniferenreste, insbesondere aus der oberoligozänen Braunkohle von Bitterfeld. *Abhandlungen des staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie*, 21: 121-141.
- Schneider, W. 1992. Floral successions in Miocene Swamps and Bogs of Central Europe. *Zeitschr. geol. Wissenschaften*, Berlin, 20(5/6): 555-570.
- Stroe, M. van, 1996. The Flora of the Miocene 7b1-layer of Hambach, Germany. *Documenta naturae*, 104: 1-18.
- Weyland, H., 1957. Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter. 3 Monokotylen der rheinischen Braunkohle. *Palaeontographica* B, 103: 34-74.

Plates

Plate 1

- fig. 1. *Pinus* subgenus *Haploxylon* KOEHNE, prep. 3246, x 100, cuticle with stomatal rows
- fig. 2. *Pinus* subgenus *Haploxylon* KOEHNE, prep. 3246, x 400, stoma
- fig. 3. *Taiwania* sp., prep. 3238, x 400, stomata
- fig. 4. *Taiwania* sp., prep. 3238, x 100, non stomatal and stomatal band
- fig. 5. *Sciadopitys terciaria* MENZEL, prep. 3223, x 400, stomata
- fig. 6. *Sciadopitys terciaria* MENZEL, prep. 3223, x 400, stomata and papillae
- fig. 7. *Sciadopitys terciaria* MENZEL, U9481A, x2
- fig. 8. *Sciadopitys terciaria* MENZEL, U9481A, x 10

Plate 1



1



2



3



4



5



6



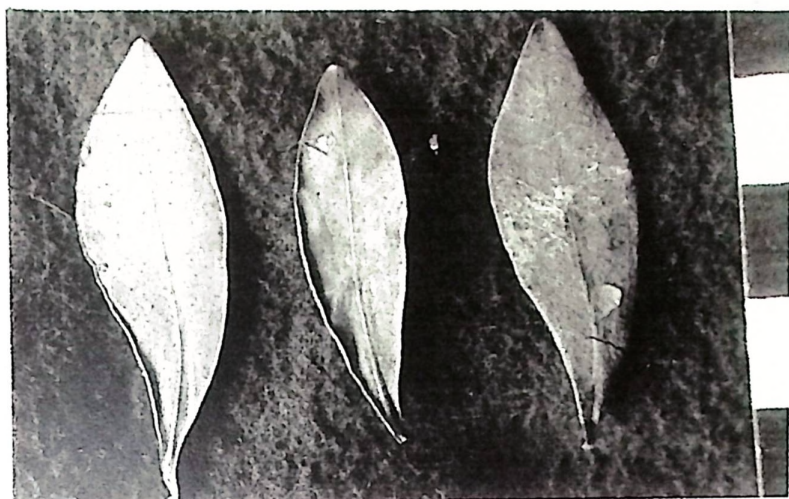
7



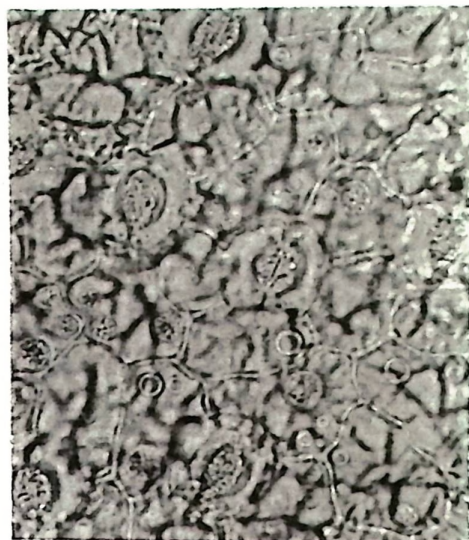
8

Plate 2

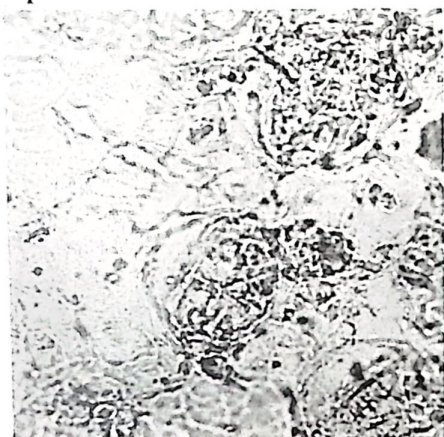
- fig. 1. *Cliftonia monophylla* (LAMARCK) SARGENT, x1
- fig. 2. *Cliftonia monophylla* (LAMARCK) SARGENT, lower cuticle, x 400, stomata
- fig. 3. *Cliftonia litkei* nov. sp., prep. 3234, x 400, stomata
- fig. 4. *Cliftonia litkei* nov. sp., prep. 3271, x 400, stoma
- fig. 5. *Cyrilla thomsonii* KRAEUSEL ET WEYLAND, prep. 3201, x 100, lower cuticle
- fig. 6. *Cyrilla thomsonii* KRAEUSEL ET WEYLAND, U 9751, x2
- fig. 7. *Cliftonia litkei* nov.sp., U9747, x3
- fig. 8. *Cyrilla thomsonii* KRAEUSEL ET WEYLAND, prep. 3263, x 400, stomata
- fig. 9. *Cyrilla thomsonii* KRAEUSEL ET WEYLAND, prep. 3235, epidermal cells



1



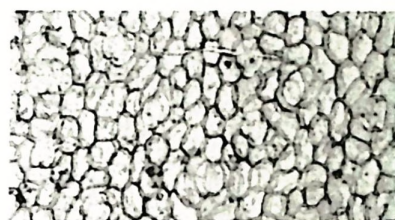
2



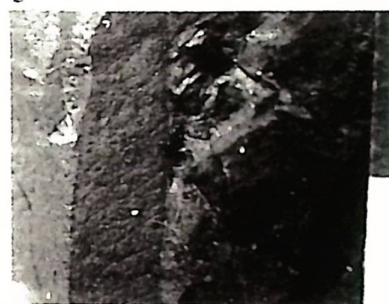
3



4



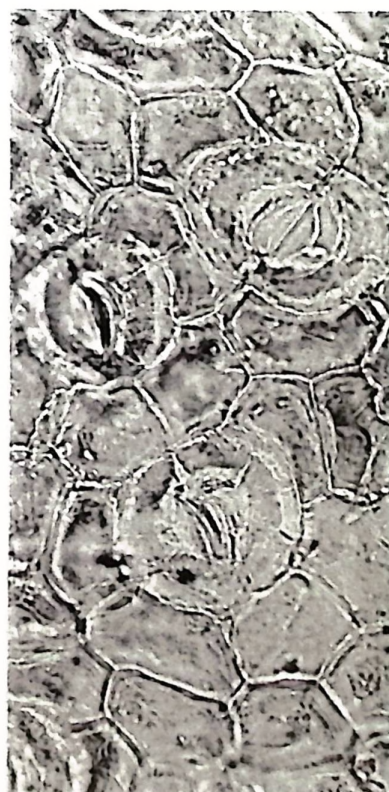
5



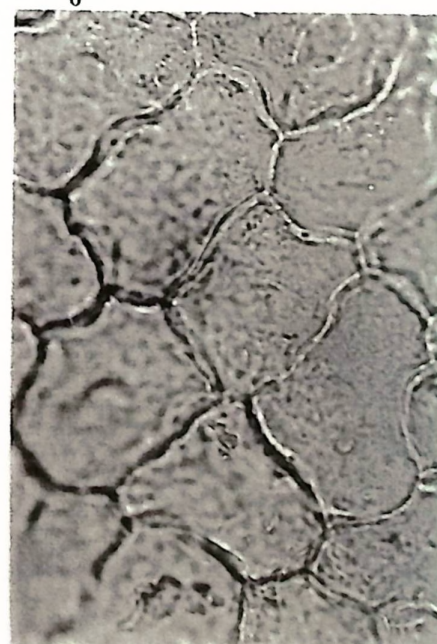
6



7



8



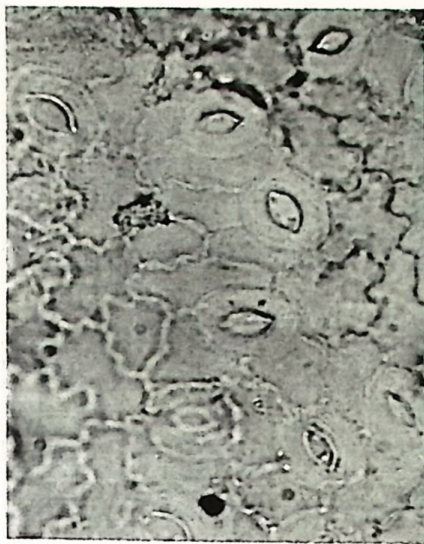
9

Plate 3

- fig. 1. *Itea* sp., prep. 3230, x 400, stomata
fig. 2. *Itea illicifolia* OLIVER, prep. C146, x 400, stomata
fig. 3. *Itea* sp., prep 3212, x 100, upper cuticle
fig. 4. *Viscum miquelii* (GEYLER ET KINKELIN) CZECZOTT, prep. 3287, x 100.
stomata
fig. 5. *Berchemiophyllum* sp., prep. 3200, x 400, Stomata, base of trichome
fig. 6. *Myrica integerrima* KRAEUSEL ET WEYLAND, prep. 3200, x 400, stomata,
trichome base
fig. 7. *Myrica integerrima* KRAEUSEL ET WEYLAND, prep. 3200, x 400, basal part of
trichome
fig. 8. *Magnolia liblarens* KRAEUSEL ET WEYLAND, prep 3227, x 400, stoma and
papillae
fig. 9. *Magnolia liblarens* KRAEUSEL ET WEYLAND, U 9527, x 1.2
fig. 10. *Magnolia liblarens* KRAEUSEL ET WEYLAND, prep. 3226, x 400 stomata,
papillae



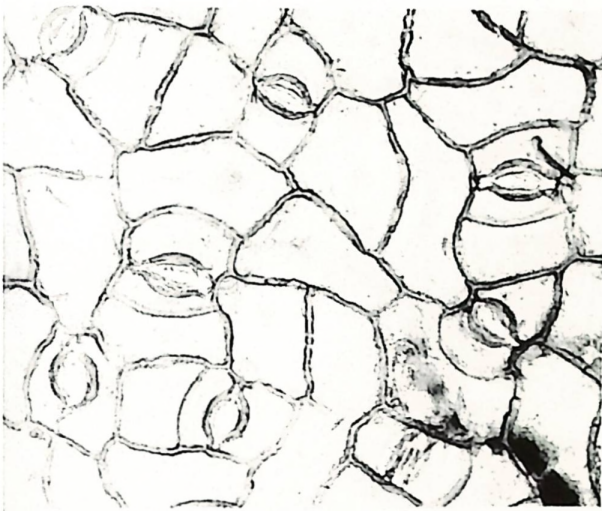
1



2



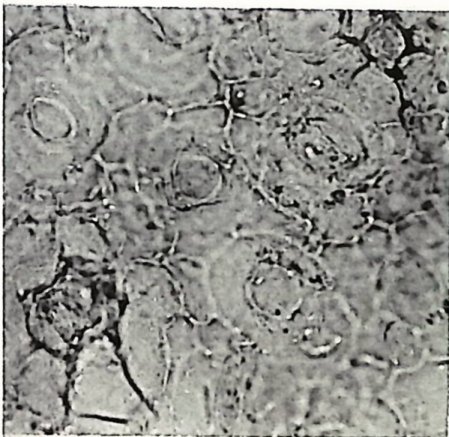
3



4



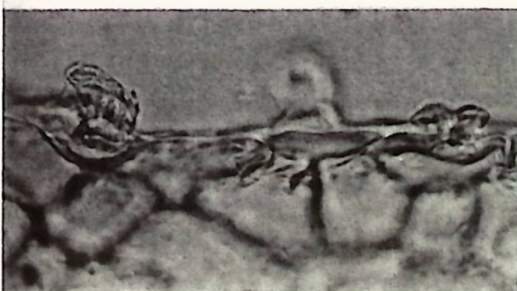
5



6



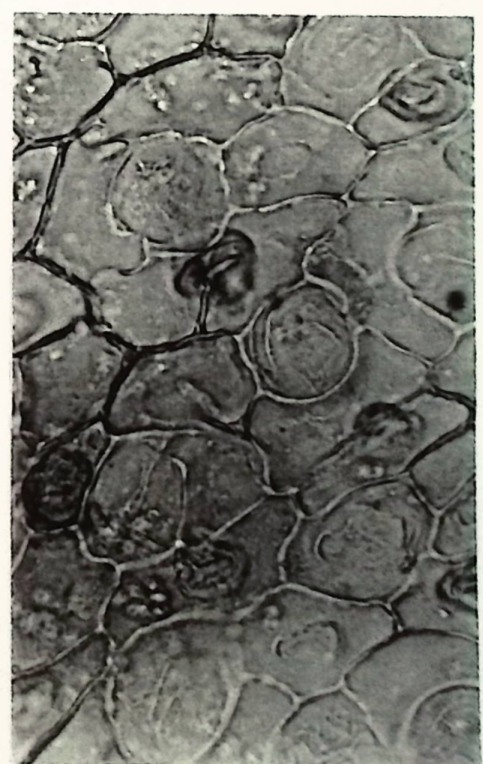
7



8



9



10

Plate 4

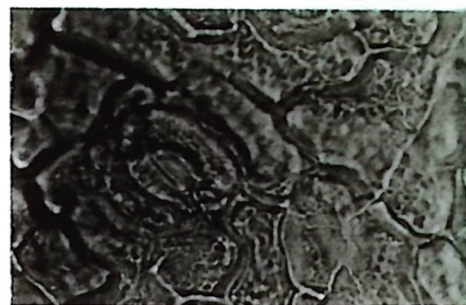
- fig. 1. *Reynosia septentrionalis* URBAN, prep. C934, x 100, stomata restricted to alveoli
- fig. 2. *Berchemiophyllum* sp., prep 3200, x 100, stomata restricted to alveoli
- fig. 3. *Coronicutis hartauensis* ROSELT ET SCHNEIDER, prep. 3256, x 400, stoma
- fig. 4. *Lusaticutis rugosa* SCHNEIDER, prep. 3297, x 100, upper cuticle
- fig. 5. *Symplocos* sp., prep 3285, x 400, trachee
- fig. 6. *Lusaticutis rugosa* SCHNEIDER, prep. 3197, x 400, stomata
- fig. 7. *Lusaticutis rugosa* SCHNEIDER, prep. 3297, x 100, lower cuticle
- fig. 8. *Lusaticutis rugosa* SCHNEIDER, U9536, x3
- fig. 9. *Symplocos* sp., prep. 3285, x 400, trachee
- fig. 10. *Symplocos* sp., U9670, x 1.6
- fig. 11. *Kraeuselicutis punctata* (KRAEUSEL ET WEYLAND) SCHNEIDER, prep. 3203, x 400, epidermal cells of upper cuticle
- fig. 12. *Coronicutis hartauensis* ROSELT ET SCHNEIDER, prep 3256, x 100, upper cuticle
- fig. 13. *Symplocos* sp., prep 3285, x 400, stoma
- fig. 14. *Lusaticutis rugosa* SCHNEIDER, prep. 3278, x 400, stomata
- fig. 15. *Coronicutis hartauensis* ROSELT ET SCHNEIDER, prep 3256, x 100 lower cuticle



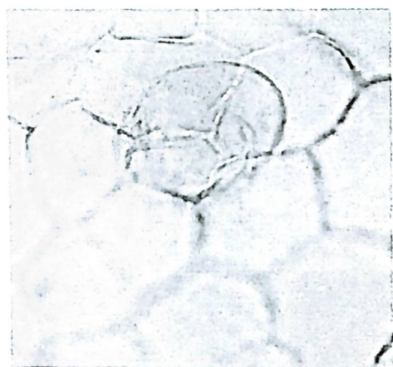
1



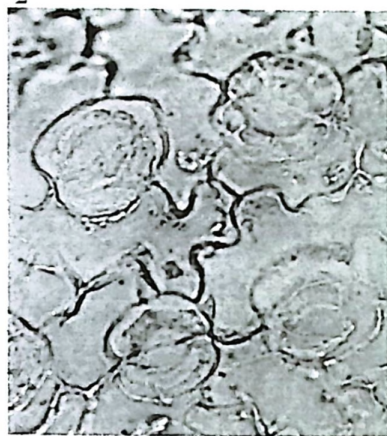
2



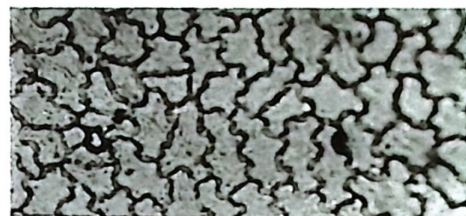
3



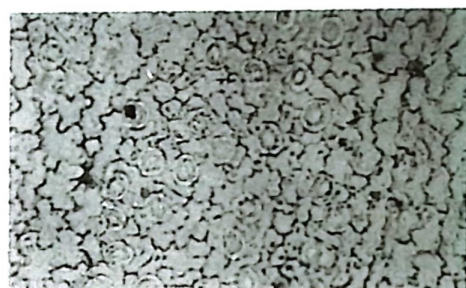
4



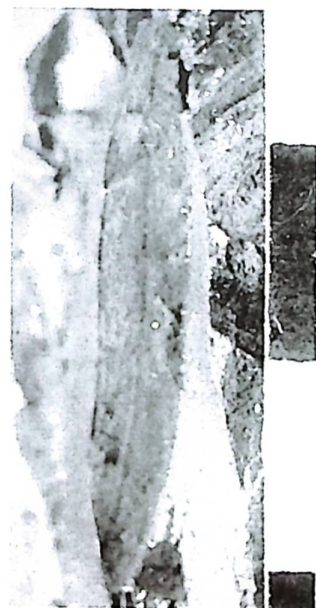
5



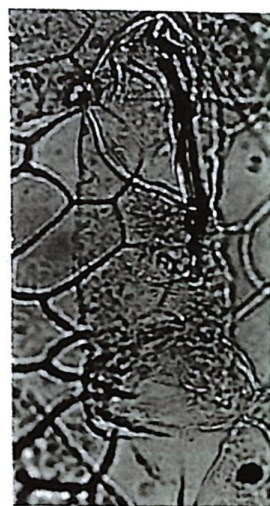
6



7



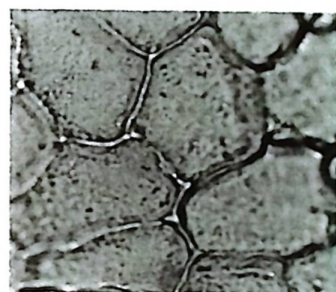
8



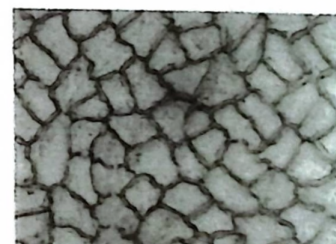
9



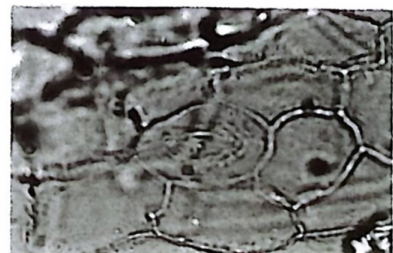
10



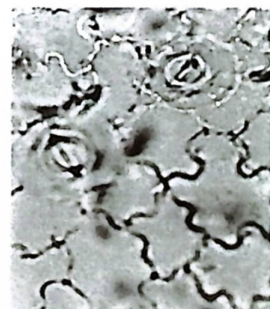
11



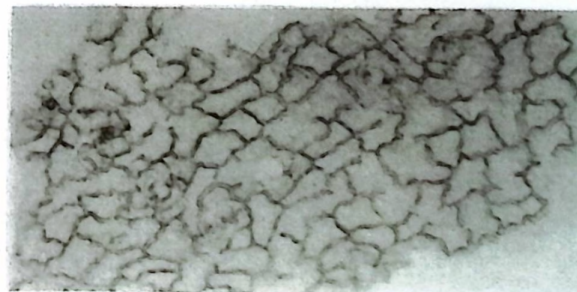
12



13



14



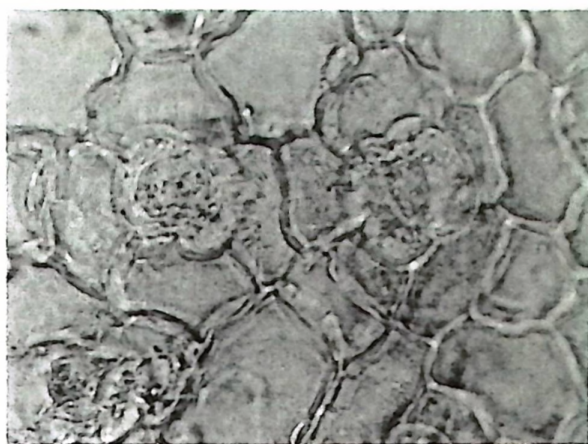
15

Plate 5

- fig. 1. *Krauselicutis punctata* (KRAEUSEL ET WEYLAND) SCHNEIDER, prep 3203, x 400, stomata
- fig. 2. *Ordinicutis orbirima* ROSELT ET SCHNEIDER, prep. 3283, x 400, stomata
- fig. 3. *Krauselicutis punctata* (KRAEUSEL ET WEYLAND) SCHNEIDER, U9751, x 7
- fig. 4. *Ordinicutis orbirima* ROSELT ET SCHNEIDER, prep. 3283, x 400, epidermal cells of upper cuticle
- fig. 5. *Ordinicutis orbirima* ROSELT ET SCHNEIDER, prep. 3204, x 100, lower cuticle
- fig. 6. *Krauselicutis punctata* (KRAEUSEL ET WEYLAND) SCHNEIDER, U9751, x 2.5
- fig. 7. *Ordinicutis orbirima* ROSELT ET SCHNEIDER, U9526, x 3
- fig. 8. *Ordinicutis orbirima* ROSELT ET SCHNEIDER, prep. 3204, x 400, hair base



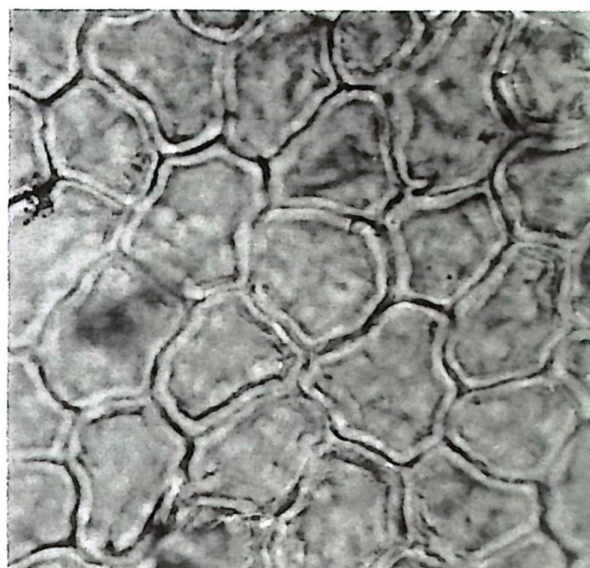
1



2



3



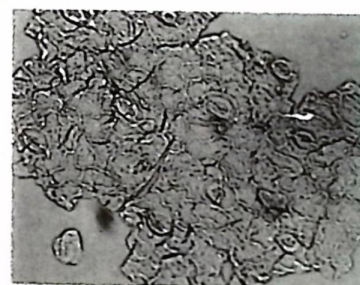
4



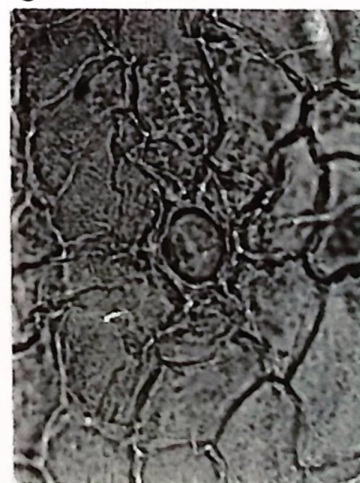
6



7



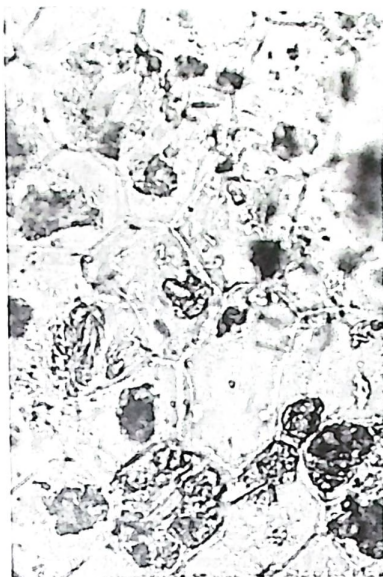
5



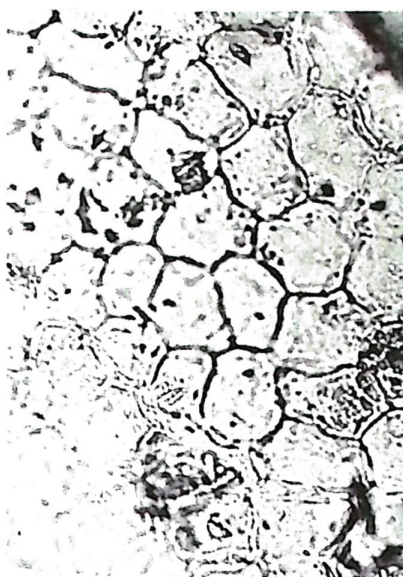
8

Plate 6

- fig. 1. NFu 36, LITKE 1966, prep. 3239, x 400, stomata
- fig. 2. NFu 36, LITKE 1966, Prep. 3269, x 400, epidermal cells of upper cuticle
- fig. 3. NFu 36, LITKE 1966, U9633, x 3
- fig. 4. *Smilax tertiaria* JUCHNIWICZ, prep. 3208, x 100, Cells over vein and stomata
- fig. 5. UNGER, prep. 3288, x 100, longitudinal stomatal rows
- fig. 6. *Dioscorea liblarensis* (KRAEUSEL ET WEYLAND PETERS, prep 3254, x 400, stomata
- fig. 7. *Dioscorea liblarensis* (KRAEUSEL ET WEYLAND PETERS, prep 3254, x 100, stomata, hair base
- fig. 8. U 9751, x 1, 1: *Cyrilla thomsonii* KRAEUSEL ET WEYLAND
 - 2: *Pinus* subgenus *Haploxylon* KOEHNE
 - 3: *Taiwania* sp.
 - 4: *Krauselicutis punctata* (KRAEUSEL ET WEYLAND) SCHNEIDER
 - 5: NFu 36
 - 6: *Itea* sp.



1



2



3



4



5



6



7



8

Eine neue Megaflora aus den basalen Inden Schichten (Miozän) des Tagebaues Hambach bei Niederzier (Rheinbraun AG, Köln)

GREGOR, H.-J., PINGEN, M. & SCHMITT, H.

Zusammenfassung

Es wird eine neue Blatt- und Fruchtflora aus dem Tagebau Hambach beschrieben, die an die Basis der Indener Schichten und somit über Flöz Garzweiler gehört (Schicht 7B1 im Sinne der niederrheinischen Stratigraphie). Sie wird mit anderen etwa gleich alten Floren aus dem Revier verglichen, wobei ökologische Faktoren bei den Unterschieden eine Rolle spielen. Die Flora ist durch eine Dominanz von *Fagus deucalionis*-Kupulen, *Fagus menzelii*-Blättern und *Taxodium dubium* gekennzeichnet und kann als typische rheinische Auwaldflora gelten.

Summary

A new flora is described from open pit Hambach (Rhenish browncoal), which lies at the base of the so called Inden layers and directly above the Garzweiler coal-seam (layer 7B1 in the sense of the geological profile of the rhenish browncoal). The flora is compared with two other ones from the same age, but different layers, in ecological respects.

The flora is dominated by *Fagus deucalionis*-Cupules, *Fagus menzelii*-leaves and *Taxodium dubium* and is believed to be a typical bottomland-flora.

Adressen der Autoren:

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

e-mail: H.-J.Gregor@t-online.de

Hans Schmitt, Münchner Str. 6c, D-83623 Dietramszell,

e-mail: schmitt-dietramszell@t-online.de

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

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

Inhalt

1. Einleitung
 2. Zur Geologie der Fundschicht
 3. Die Megaflora
 - 3.1 Die Blattflora
 - 3.2 Die Karpoflora
 4. Auswertung
- Literatur
Tafelerklärungen

1. Einleitung

Eine seit Jahren laufende Untersuchung der Schichten und Komplexe des Tagebaues Hambach bei Niederzier (Rheinbraun AG, Köln) erbrachte eine interessante Blattlage, deren Komposition zwar nichts prinzipiell neues brachte, aber im Zusammenhang mit allen anderen Daten doch recht schön die paläoökologischen Bedingungen der sog. Inden Schichtenfolge rekonstruieren läßt.

Gleichzeitig ist diese kurze Mitteilung ein Dank für langjährige Erlaubnisse, den Tagebau besuchen zu dürfen.

Folgenden Kollegen und Freunden verdanken wir die schnelle Auswertung der Florenlisten: Rainer BUTZMANN (München) und Rolf GOSSMANN (Bonn).

2. Zur Geologie der Fundschicht

Das Vorkommen lag auf der Sohle 6 im Tagebau, am nördlichen Ende und war großflächig aufgeschlossen. Es handelte sich um eine wechselhafte Folge von grünen Tonen mit rötlich-gelben Geoden, schwarzen Kohlentonem im Wechsel mit grauen Tonen in einer Erosionsrinne und hellgrauen, gut spaltbaren Tonen mit reicher Pflanzenführung auf den Schichtflächen. Die Tonflächen zeigten schwärzliche Blätter mit Kutikularerhaltung, die mehr siltigen dünnlagigen Zwischenhorizonte Schwemmsel mit massenhafter Anreicherung von Samen und Früchten.

Die gesamte Tonfolge (E 862/ 3 und 20 A) lag über Flöz Garzweiler und gehört somit in die unteren Indener Schichten der herkömmlichen Gliederung. Der Horizont kann als 7A, als Zwischenmittel unter Flöz Friesheim bezeichnet werden. Im SE der Fundstelle lag das kleine Flöz mit deutlicher Depressionsstruktur (Mulde) über der Blattlage.

In der neuen Terminologie, die GREGOR (in GREGOR et al. 1998: Abb. 3) vorgeschlagen hat, fand sich die neue Blatt-Flora in Schicht HA-HM-2/T/li/B/gr/sl, die neue Karpoflora in HA-HM-2/T/li/D/gr/DS, und die Gastropoden in HA-HM-2/T/li/GB/B/G/ro.

In der Geoden fanden sich Reste von Heliciden (Landschnecken), meist aber nur als Abdruck eines Steinkerns, aber auch zarte Pflanzenreste, die wohl zu *Ceratophyllum* gehören dürften.

Einen ersten Eindruck von einer basal in den Indener Schichten liegenden Blattflora, allerdings direkt aus dem Flöz Friesheim (Schicht 7b1), also im Hangenden unserer Lage, publizierte STROE 1996 (HM-2/SI/ha/B/D/gr).

Eine basal tiefliegende Flora publizierten MAYR & FISCHER (1996) aus einem Ton unter Flöz Frimmersdorf, eine der bisher ältesten Floren aus Hambach (HA-HM-0/T/li/B/gr/).

3. Die Megaflora

3.1 Die Blattflora

Blattfloren wurden bereits von KRAMER 1974 und BELZ & MOOSBRUGGER 1994 mitgeteilt, werden aber hier nicht weiter berücksichtigt, da eine eigene kritische Würdigung dieser Komplexe vorgesehen ist.

Die erste Untersuchung einer in den Inden-Schichten tiefliegenden 7B-Flora lieferte STROE (1996), wobei speziell die Blätter kutikularanalytisch untersucht wurden Tab. 1, Spalte 1). MAYR & FISCHER haben dann 1996 eine ärmliche, aber umso wichtigere Flora aus den tiefsten Tonen von Hambach vorgelegt.

Tabelle 1: Florenliste nach STROE 1996: tab. 3, MAYR & FISCHER 1996: 36-39 und unseren neuen Funden; F=Fruktifikationen, sonst Blätter

Taxa	STROE 1996	MAYR & FISCHER 1996	HA-HM-2/T/li/gr Neue Flora
<i>Pinus</i> sp.	+ (F) h		
<i>Quasisequoia</i> sp.	+ (F)		
<i>Sequoia</i> sp.	+ (F)		
<i>Taiwania paracryptomerioides</i>	+		
<i>Taxodium dubium</i>	+ (F) dom		+ (F) dom
<i>Acer tricuspidatum</i>	+ dom		
<i>Acer</i> aff. <i>monspessulanum</i>	+		+
<i>Acer</i> sp.	+ (F)		+
<i>Alnus julianaeformis</i>	+		
<i>Alnus</i> sp.	+ (F)		
<i>Betula brongniartii</i>	+		+
<i>Betula subpubescens</i>	+		+ dom
<i>Carpinus grandis</i>	+		+
<i>Carpinus</i> sp.	+ (F)		
<i>Fagus menzelii</i>	+		+ dom
<i>Castanea atavia</i> ? (<i>Quercus</i>)	+		+
<i>Quercus gigas</i>	+		
<i>Quercus pseudocastanea</i>	+		+
<i>Liquidambar europaea</i>	+ dom		+ (F)
<i>Parrotia pristina</i>	+ h		
<i>Cyclocarya cyclocarpa</i>	+ (F)		
<i>Juglans acuminata</i>	+		
<i>Pterocarya paradisiaca</i>	+		+
<i>Daphnogene polymorpha</i>	+		
<i>Laurophyllum</i> cf. <i>princeps</i>	+		+
<i>Magnolia kristinae</i>	+		
<i>Populus</i> aff. <i>leuce</i>	+		+
<i>Populus populina</i>	+		
<i>Salix kicktonii</i>	+		
<i>Ulmus carpinooides</i>	+		+
<i>Ulmus</i> sp.	+		+ (pyramidalis)
<i>Smilax weberi</i>	+		
<i>Monocotylphyllum</i> sp.	+ dom		
<i>Byttneriophyllum tiliaefolia</i>			+
<i>Zelkova ungeri</i>			+
<i>Fagus deucalionis</i>			+ (F) dom
<i>Nuphar canaliculatum</i>			+ (F)
<i>Actinidia faveolata</i>			+ (F)
<i>Nyssa haidingeri</i>			+
<i>Nyssa ornithobroma</i>			+ (F)
<i>Pterocarya raciborskii</i>			+ (F) h

Taxa	STROE 1996	MAYR & FISCHER 1996	HA-HM-2/T/li/gr Neue Flora
<i>Rubus</i> sp.			+ (F)
<i>Salix varians</i>			+
<i>Symplocos lignitarum</i>			+ (F)
<i>Symplocos lusatica</i>			+ (F)
<i>Viscum</i> sp.			+
<i>Vitis parasilvestris</i>			+ (F)
<i>Vitis</i> sp.			+ (F)
<i>Zelkova zelkovaefolia</i>			+
Knospen			+
<i>Rosellinites</i> -Typ			+
<i>Trematosphaerites</i> -Typ			+
<i>Acer</i> cf. <i>dasycarpoides</i>		+	
<i>Berchemia multinervis</i>		+	
<i>Cercidiphyllum crenatum</i>		+ (dom)	
cf. " <i>Diospyros</i> " <i>brachysepala</i>		+ (dom)	
cf. <i>Laurophyllum</i> sp.		+	
aff. <i>Quercus</i> sp.		+	
Rosaceae		+	
<i>Salix</i> sp.		+ (dom)	
<i>Dicotylophyllum</i> sp.		+	
<i>Polyspora</i> cf. <i>lignita</i>		+	
<i>Monocotylophyllum</i> sp.		+	

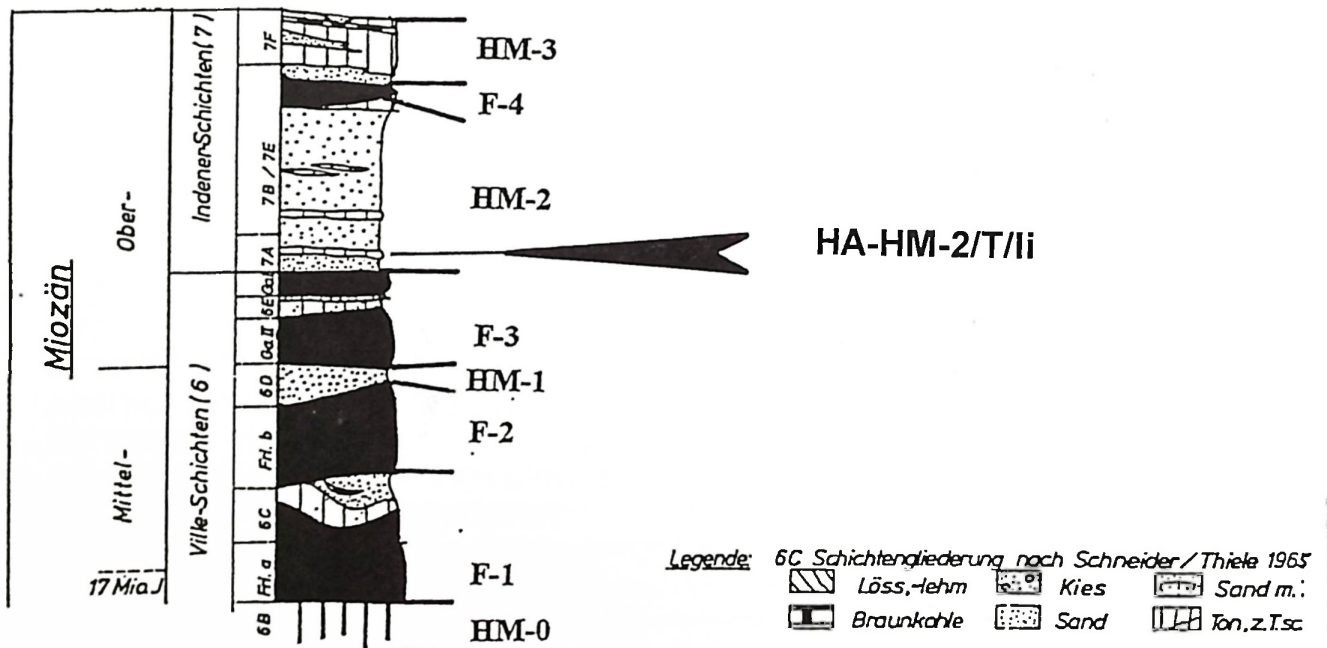


Abb. 1: Lage der untersuchten neuen Flora im Ausschnitt des Standardprofils von Hambach (nach WUTZLER 1993, GREGOR et al. 1998).

Die dicht gepackten Blätter der neuen äquivalenten Lage gehören zu bereits aus anderen Lagen bekannten Taxa, wie die vorige Liste zeigt (Tab. 1, Spalte 3).

Zur Frage der Bestimmung bei den fossilen Eichen vergleiche man z.B. BURGH 1993.

3.2 Die Karpoflora

In der meterdicken tonigen Blattschicht gab es z.T. dünne siltige Zwischenlagen, mit eingeschwemmtem Pflanzenhäcksel wie Zweigresten, Mulm und Fruktifikationen. Es wurden ca. 5 kg Schlammmaterial (blätterführender Ton und siltige Lagen) entnommen, getrocknet und mit Wasserstoffperoxid-Lösung aufgeschlossen. Der Schlamm wurde über einen Sieb mit 1 mm Maschenweite gewaschen, der Rückstand getrocknet und unter dem Binokular ausgelesen (vgl. Tab. 2).

Tabelle 2: Liste der ausgelesenen Fossilien aus den siltigen/tonigen Lagen (E 862/20B), Sammlung H. Schmitt, Dietramszell, Inv. Nr. D-117:

Taxa	Bemerkung		Häufigkeit
<i>Actinidia faveolata</i>	Samen		o
<i>Fagus deucalionis</i>	Nüsse, Kupulen	dominierendes Element	ooo
<i>Liquidambar</i> sp.	Fruchtstand	Bruchstücke	o
<i>Nuphar canaliculatum</i>	Samen		o
<i>Nyssa ornithobroma</i>	Steinkern		o
<i>Pterocarya raciborskii</i>	Endokarp		oo
<i>Rosellinites</i> sp.	Pilzperithezien		o
<i>Rubus</i> sp.	Endokarp		I
<i>Symplocos lignitarum</i>	Endokarp		o
<i>Symplocos lusatica</i>	Endokarp		o
<i>Taxodium dubium</i>	Samen, Zapfenschuppen, Nadeln	dominierendes Element	ooo
<i>Trematospherites</i> sp.	Pilzperithezien		I
<i>Viscum</i> sp.	Blätter		o
<i>Vitis parasyvestris</i>	Samen		e
<i>Vitis</i> sp.	Samen		o
<i>Carpolites</i> sp.	Samen		o
Weitere Reste			
Galle ?			o
Insektenflügel			I
Knospe Typ 1		dreieckige Form	I
Knospe Typ 2		längliche Form	oo
Kotballen von Raupen			oo
kl. Säugetierknochen		Gelenkstück	I
kl. Pyrit-Konkretionen			oo

4. Auswertung

Unterschiede und Gemeinsamkeiten

Auffällig ist bei unserer neuen Flora die Häufigkeit von Fruktifikationen, die auf die erwähnten Zwischenlagen siltigen Charakters beschränkt sind. *Taxodium* ist in der Flora aus Schicht 7B ebenfalls bekannt (STROE 1996) und in beiden Floren dominant, aber dann sind die Gemeinsamkeiten schon erschöpft.

In der neuen Flora sind keine Monokotylen zu finden, aber diverse Symplocaceen, *Nyssa*, Vitaceen, *Fagus*-Früchte aller Grössen und viele *Betula*- und *Pterocarya*-Reste. Dafür fehlen Lauraceen, Magnolia, Ulmen, Eichen usw.

Einer umfassenden Auswertung aller Floren aus Hambach soll hier nicht vorgegriffen werden, aber einige Daten zur Paläoökologie, zum Paläoklima und zur Phytostratigraphie dieser neuen Fundstelle sollen hier kurz gebracht werden.

Blattflora

Ökologisch zeigt die Blattflora eindeutig einen Auwald, wie er typisch für jungtertiäre Verhältnisse ist. Dominante Elemente sind z.B. Sumpfyzypresse (*Taxodium dubium*), Amberbaum (*Liquidambar europaea*), Ungers Zelkowie (*Zelkova ungeri*) und vor allem die dominant auftretende Buche (*Fagus menzelii*); Begleitelemente sind Ahorn, Birke und Pappel. Eine nicht sehr ausgeprägte Weichholzaue ist also mit der dominanten Hartholzaue vergesellschaftet, wie meistens im niederrheinischen Revier.

Karpoflora

Die Karpoflora zeigt eindeutig einen Auwald, wobei *Taxodium* wohl auch auf Grund seiner ufernahen Standortansprüche den Hauptanteil der Funde liefert. Die - in dieser Probe - zahlreichen *Pterocarya*- und *Symplocos*-Endocarpien sowie die selten auftretenden *Nyssa*, *Liquidambar* und *Rubus*-Reste sind, wie *Vitis* und die Liane *Actinidia* ebenfalls, Bestandteile einer Weichholz- und vor allem einer Hartholzaue. Die Seerose *Nuphar* deutet auf ein stehendes bis schwach bewegtes Gewässer, z.B. einen Altarm eines Flusses, hin. *Fagus* ist als mesophytisches Element, als Vertreter eines an den Auwald angrenzenden trockenen Standortes zu deuten. Der sehr gute Erhaltungszustand der Nüsse zeigt, daß dieser Standort aber nicht weit vom Einbettungsort liegen konnte.

Klima

Das Paläoklima ist zwar mit einem Auwald nicht sauber zu gewinnen, aber die exotischen Elemente *Taxodium*, *Zelkova*, *Symplocos* oder *Liquidambar* zeigen deutlich, daß das Klima subtropisch (sensu WISSMANN) bzw. warm-gemäßigt (sensu KÖPPEN) war, also ein Virginia- oder Cfa-Klima, wie wir es durchlaufend im Jungtertiär Europas haben.

Gesamtschau

Die folgende Zusammenstellung gestattet nochmal einen Eindruck von der Gesamtkomposition und den Dominanzen zu bekommen. Der Charakter des Birken-, Buchen- und Sumpfyzypressen-Waldes ist eindeutig fast durch alle Organe belegt, während STROES Flora aus 7b1 eine *Liquidambar*-, Monocotylen- und *Taxodium*-Vergesellschaftung zeigt. Die Fluktuation geht also eindeutig Richtung Vernässung nach oben zu im Profil, wobei Weichholz-, Hartholzaue und Riedfazies sowie Koniferen zunehmen und paläotropische Elemente abnehmen. Die im Liegenden unserer Flora auftretende Blattflora unter Flöz Frimmersdorf hatte zwar nur wenige Reste geliefert, um so wertvoller ist aber das Gepräge mit *Cercidiphyllum* oder *Berchemia* und „*Diospyros*“ (*Cornus*) und der exotischen *Polyspora*. Man sieht, daß praktisch keine Übereinstimmung mit unserer Flora vorliegt, alle genannten Tonfloren also unterschiedliches Gepräge besitzen.

Da unsere Flora über einem Flöz liegt, haben wir also, was eine Vernässung angeht, eine Schwankung vorliegen von der liegenden Kohle (Flöz Garzweiler (H-F-3) über die bearbeitete Flora von HM-2/T/li/B zu HM-2/SI/ha/B (STROE 1996). Die erwähnte basale HM-0-Flora (MAYR & FISCHER 1996) zeigt eindeutig wenig Weichholzaue (*Salix*) mit dominantem mesophytem Laubwald, aber auch einige Reste eines Riedes.

Tabelle 3: Die wichtigsten Taxa der neuen Flora

Taxa	Blätter	Fruktifikationen
<i>Acer</i>	X	
<i>Actinidia</i>		X
<i>Betula</i>	X, dominierendes Element	
<i>Fagus</i>	X, dominierendes Element	X, dominierendes Element
<i>Liquidambar</i>		X
<i>Nymphaeaceae</i>	X	X
<i>Nyssa</i>		X
<i>Pilzperithezien</i>		X
<i>Populus</i>	X	
<i>Pterocarya</i>	X	X
<i>Rubus</i>		X
<i>Symplocos</i>		X
<i>Taxodium</i>	X, dominierendes Element	X, dominierendes Element
<i>Viscum</i>	X	o
<i>Vitis</i>		X
<i>Zelkova</i>	X	

Literatur

- BELZ, G. & MOOSBRUGGER, V. (1994): Systematisch-paläoökologische und paläoklimatische Analyse von Blattfloren im Mio/Pliozän der niederrheinischen Bucht (NW-Deutschland) - *Palaeontographica*, B, 233, 1-6: 19-156, 12 Taf., 60 Abb., 12 Tab., Stuttgart
- BURGH, J. v. d. (1993): Oaks related to *Quercus petraea* from the Upper Tertiary of the Lower Rhenish basin - *Palaeontographica*, B, 230, 1-6: 195-201, 1 pl., 22 text figs., Stuttgart
- GREGOR, H.-J., PINGEN, M., BUTZMANN, R., FISCHER, T. C., MAYR, CH. & SCHMITT, H. (1998): Die neogene Makrofloren-Abfolge im Tagebau Hambach der Rheinbraun AG Köln - *Documenta naturae*, 104, 2: 1-83, 142 Tab., 8 Taf., München
- KRAMER, K., (1974): Fossile Pflanzen aus der Braunkohlenzeit. Die obermiozäne Flora des unteren Fischbachtones im Tagebau Frechen bei Köln - *Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges.*, 67, 199-233, 36 Abb., Wendisch-Wilmersdorf
- MAYR, CH. & FISCHER, T. C. (1996): Eine Blattflora unter Flöz Frimmersdorf (Vile-Schichten 6B, Untermiozän) aus dem Tagebau Hambach bei Niederzier (Rheinbraun AG, Köln).- *Documenta naturae*, 104, 1: 35-40, 1 Taf., München
- STROE, M. v. (1996): The flora of the Miocene 7b1-Layer of Hambach, Germany - *Documenta naturae*, 104, 1: 1-18, 2 figs., 5 pls., München
- WUTZLER, B. (1993): Geologischer Führer Tagebau Hambach - 24 S., viele Abb., Niederzier

Tafelerklärungen

Alle Bilder stammen von Exkursionen des Autors GREGOR.

Tafel 1

Fig. 1: Ansicht der 5. Sohle im Tagebau Hambach, NE-Seite (E 862/20)

Fig. 2: Kohletonlage als Erosionsrinne südlich der Hauptfundstelle (E 862/13)

Fig. 3: Blätterführende Hauptfundstelle an der Nordböschung (E 862/20)

Tafel 1



1

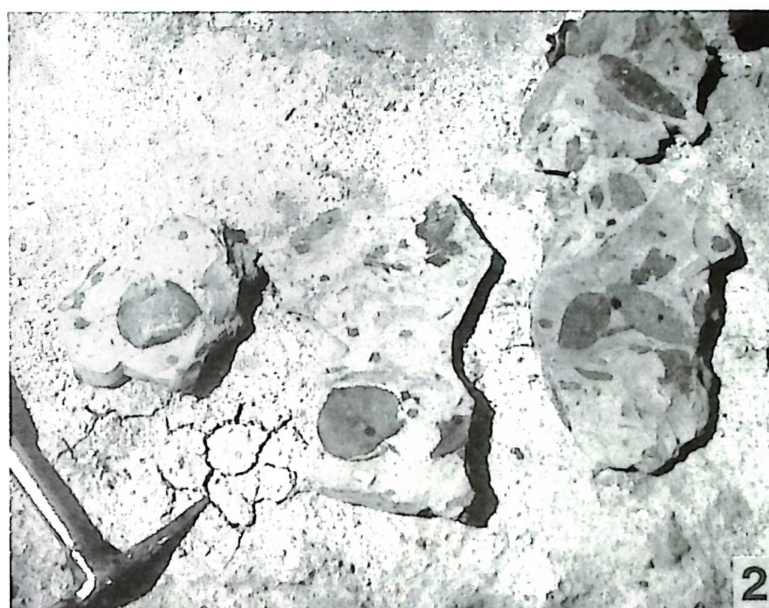
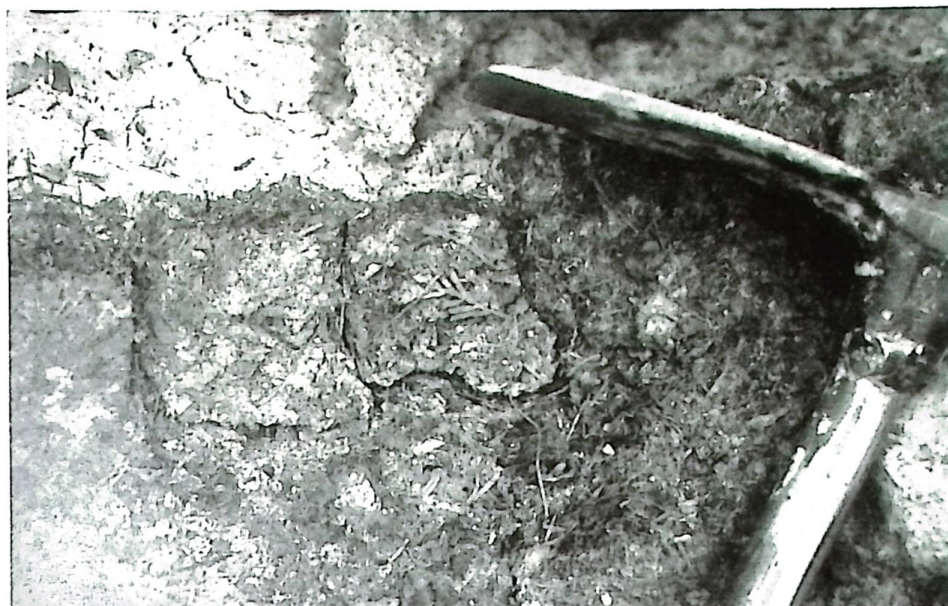
2



3

Tafel 2

- Fig. 1:** Siltschicht mit *Taxodium*-Zweigresten und Häcksel (E 862/20 B)
- Fig. 2:** Gut erhaltene isolierte Blätter in graubraunem Ton (E 862/20 A)
- Fig. 3:** *Fagus*-Kupula im Silt (E 862/20 B), vergesellschaftet mit Blättern und Häcksel
- Fig. 4:** Blatt- und Zweigkomposition auf einer Tonplatte (E 862/3) mit Dominanz von *Fagus* und *Taxodium*
- Fig. 5:** Pappelblatt auf heller Tonplatte (E 862/20 A)



Geologie und Paläontologie

der Kiesgrube von Sessenheim/Elsaß

F. GEISSERT

Einleitung

Über Entstehung und Entwicklung unserer Pflanzen- und Tierwelt während der vergangenen 5 Millionen Jahre gibt uns die Abfolge der in den abgelagerten Schichten erhaltenen Reste Aufschluß. Die aus der Pflanzenwelt stammenden braunkohleartigen Fossilien tertiären Alters bestehen aus Hölzern, Frucht- und Samenresten sowie aus Blättern in Substanzerhaltung. Seltener sind die anderswo häufigen Abdrücke in harten Gesteinen zu beobachten. Nicht mit dem bloßen Auge wahrzunehmende Fossilien sind die fast in allen Ablagerungen vorhandenen, sehr erhaltungsfähigen Pollen-Exinen (äußere Zellwand des Blütenstaubes) sowie Sporen von Farnpflanzen usw., mit deren Hilfe es möglich ist, die feinere Zusammensetzung vorzeitlicher Pflanzengesellschaften festzustellen. Aus der Tierwelt sind in unseren tertiären Schichten nur ausnahmsweise Reste von Säugetieren (Knochen und Zähne) sowie Schnecken- und Muschelschalen zu finden, und zwar ausschließlich in den jüngeren Bildungen, die genügend Kalksubstanz besitzen, um eine Erhaltung zu gewährleisten. Im bisher letzten Abschnitt der erdgeschichtlichen Entwicklung, im Quartär (von vor ca. 2 Millionen Jahre bis heute), gehören tierische Fossilien nicht mehr zu den Ausnahmen, so vor allem die Großsäuger aus der Elefantenreihe, sog. „Mammute“, Nashörner, Riesenhirsche und andere mehr. Schnecken und Muscheln sind in unseren quartären Ablagerungen eine häufige Erscheinung; genauso wie die häufigen Pflanzenreste vermitteln sie wichtige Hinweise über das geologische Alter der Fundschichten sowie das Klima und die sonstigen Lebensverhältnisse, die zur Zeit ihrer Einbettung geherrscht haben.

Wichtige Erkenntnisse lassen sich ebenfalls aus der Untersuchung der Gesteinsbeschaffenheit herleiten, denn Veränderungen innerhalb einer Abfolge sind auf einen Wechsel der Herkunftsräume zurückzuführen. So ergab z.B. eine Untersuchung der Schwermineralien innerhalb der pliozänen Sedimentfolge der Sessenheimer Grube eindeutig einen dreimaligen Wechsel (Abb. 2), der ebenfalls mit anderen, darin festgestellten Veränderungen, im Einklang steht.

Der Sinn dieses Artikels liegt im Hinblick auf den Tagebau Hambach in den zukünftigen Korrelationen und Vergleichen mit elsässischen Floren und damit erstmals eine großregionale Studie zwischen zwei benachbarten Gebieten mit reichen Frucht- und Blattfloren (vgl. auch GÜNTHER & GREGOR 1989-1998).

Geschichtliches über die Erforschung unserer Fundstellen

Der Wissenschaft ist der erste Fund pliozäner Pflanzenreste aus dem Elsaß, im Gebiet des Hagenauer Forstes unweit Soufflenheim, durch zwei kurze, jedoch aufschlußreiche Veröffentlichungen bekannt gemacht worden (HICKEL 1932). Zehn Jahre später konnte der bekannte Paläobotaniker, Prof. Franz Kirchheimer, die damals noch vorhandenen Belege einsehen, näher beschreiben und 1949 darüber berichten. Insgesamt waren es 12 Arten, 2 Koniferen (Nadelhölzer) und 10 Laubgewächse.

Neue Fundstellen pliozäner Pflanzenreste kamen erst wieder ab 1957 zur Beobachtung, und zwar nicht im Sedimentkörper der Terrasse, sondern diesmal aus der ihr vorgelagerten Rheinniederung, wo unter quartären Rheinkiesen und -sandten fossilführende Tone und Braunkohlen pliozänen Alters als unbrauchbarer Abraum anfielen. Die erste dieser Fundstellen ist unter dem Namen „Grandes Carrières de Soufflenheim“ in der geologischen Literatur bekannt geworden und hat vor der Aufgabe des Betriebes eine reiche Ausbeute an Pflanzenresten gebracht, daneben auch den ersten elsässischen Nachweis eines Mastodonten (GEISSERT, ab 1959). Inzwischen wurden etwa 50 Fundstellen aus Bohrproben, Kies- oder Sandgruben der Rheinniederung oder innerhalb des Terrassenkörpers untersucht und dabei weit über 250 Pflanzenarten nebst ca. 100 Arten von Tierfossilien (diese meist aus der Sessenheimer Grube) beschrieben und abgebildet.

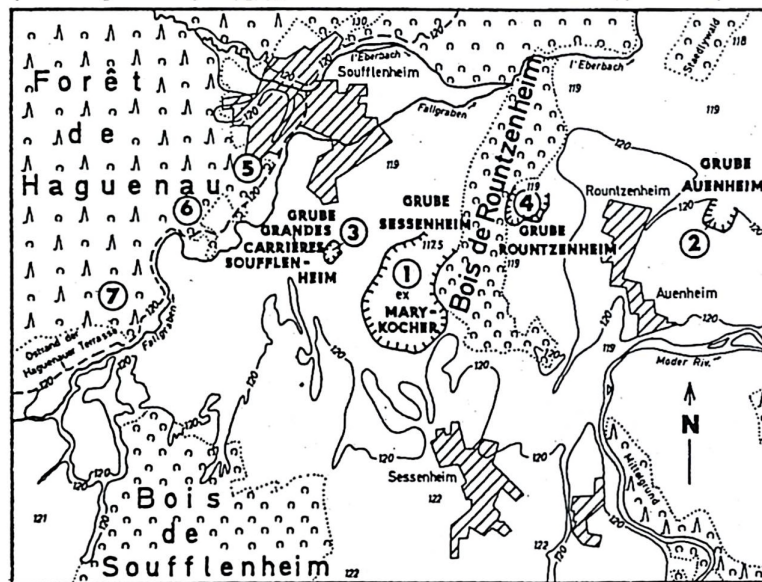


Abb. 1: Die pliozänen Fundstellen der näheren Umgebung.

No. 5 und 7: Die von HICKEL und KIRCHHEIMER beschriebenen ersten Fundstellen. - No. 6: Wasserwerk Soufflenheim, eine Bohrung durch das gesamte Pliozän (ca. 65 m) bis auf die darunterliegenden Meeresablagerungen aus dem Oligozän. - Wichtige Fundstellen befinden sich ebenfalls in der Umgebung von Haguenau und Kaltenhouse.

Die Verhältnisse in der Grube „Gravières du Rhin de Sessenheim“ (ex Mary-Kocher)

Langjährige Untersuchungen und ganz besonders eine Bohrung haben weitgehend Klarheit über die sehr komplizierten Lagerungsverhältnisse gebracht (siehe Abb. 2). Danach können 5 Abschnitte grob unterschieden werden, von denen die vier untersten miopliozäne Grenzschichten bis oberes Pliozän umfassen (= Endpliozän).

1. Über dem stark eingeschnittenen, zum Teil abgetragenen Pliozän liegen die jüngeren Rheinkiese, deren Mächtigkeit von nur 6 bis 15 m nirgends im unterelsässischen Raum unterboten wird. Überwiegend gehören diese Schichten wohl in das jüngste Quartär, etwa in die letzte Kaltzeit, das sogenannte Würm, eindeutig gekennzeichnet durch das Auftreten des Mammuts, oder sie sind während der Nacheiszeit entstanden und weisen daher auf die Entwicklung, die bis zu den heutigen Verhältnissen geführt hat. Aber auch Zeugen aus älteren warmzeitlichen Phasen sind vorhanden, wie es die entsprechenden Pflanzen- und Tierreste beweisen.

2. Das unter den Rheinkiesen anstehende Ober- bzw. Endpliozän ist durch einen raschen Wechsel der Sedimente sowie einer Vielfalt fossiler Vergesellschaftungen gekennzeichnet, es ist stellenweise tief eingeschnitten oder gar abgetragen worden. Es überwiegen Tone und Mergel mit darin entstandenen Toneisenplatten, die prächtige Blattabdrücke nebst Frucht- und Samenresten (meist Flügelfrüchte, z.B. Esche und *Eucommia*) enthalten. In den mergeligen Schichten fand sich die hauptsächlich aus landbewohnenden Arten bestehende Schneckenfauna, eine der bedeutendsten aus dem mitteleuropäischen Raum. Bezeichnend für diese Fauna ist eine Art der Gattung *Triptychia*, welche seit dem ausgehenden Tertiär ausgestorben ist, daher kurz die Bezeichnung *Triptychia*-Fauna. Bereits in einer Tiefe von 6 m tritt eine Gesellschaft von Wassermollusken in Erscheinung (zusammen mit entsprechenden Pflanzen), in welcher eine ungewöhnlich große und dickschalige Muschel der gegenwärtig ostasiatischen Gattung *Lepidodesma* auffällt.

Wie in der naheliegenden Grube Soufflenheim wurde auch hier ein Molar des Mastodonten *Zygodon borsoni* (HAYS) gefunden. Zusammen mit einer zweiten Mastodonten-Art, *Anancus arvernensis* (CR. et JOB.) aus der Sandgrube Hatten (nahe der Straße Forstfeld - Niederroedern), sind sie die einzigen elsässischen Funde dieser ausgestorbenen Gruppe der Proboscider (Rüsseltiere).

In dieser Schichtenfolge sind charakteristische Tertiärpflanzen nur noch in geringem Umfang vorhanden, es zeigt sich bereits der Übergang zu quartären Verhältnissen, obwohl die Tierwelt noch völlig tertiäre Züge aufweist.

3. Das oft aussetzende „Reuverium“ ist entweder sandig oder tonig mit eingelagerter Braunkohle ausgebildet. Es handelt sich hierbei um typisch kalkfreies Pliozän, in welchem tierische Reste sich selten erhalten, aber Pflanzenfossilien überaus häufig auftreten, weshalb früher der Begriff „Hauptfundschiefer“ verwendet wurde. In den Tonen sind die Früchte und Samen durchweg plattgedrückt, weshalb sie sich mit solchen aus anderen Schichten nicht verwechseln lassen. Diese Flora ist zwar reichhaltig ausgebildet, aber zwei Elemente bestimmen deren Aspekt, nämlich Sumpfyzypresse und Buche, vor allem erstere, die durch Zapfenschuppen, Samen und Nadeln (bis zu 60-65 % aller Fossilien) vertreten ist. In diesem Falle drängt sich der Vergleich mit Sumpfwäldern im südöstlichen Teil der USA auf (von Florida bis Nord-Carolina), zumal die Begleitarten, wie z.B. Tupelo- und Storax-Bäume, unter den Fossilien ebenfalls vertreten sind. Die Braunkohle ist auch in einer sumpfigen Umwelt entstanden, sie besitzt jedoch eine andersartige Flora, in welcher Kiefern mit bis zu 180 mm langen Zapfen sowie über 200 mm langen Nadeln vorherrschen, nach Pollenuntersuchungen mit einem Anteil von 90 %. Begleitart dieser Gesellschaft ist die heute auf das südliche China beschränkte sogenannte

Wasserfichte, bei uns mit der ausschließlich fossilen Art *Glyptostrobus europaea* vertreten. Auch die Gattung *Cathaya*, die heute monotypisch in Bergregionen Südwest- und Zentralchinas vorkommt, ist in der Braunkohle vertreten, sowohl mit Zapfenresten als auch durch einen hohen Pollenwert.

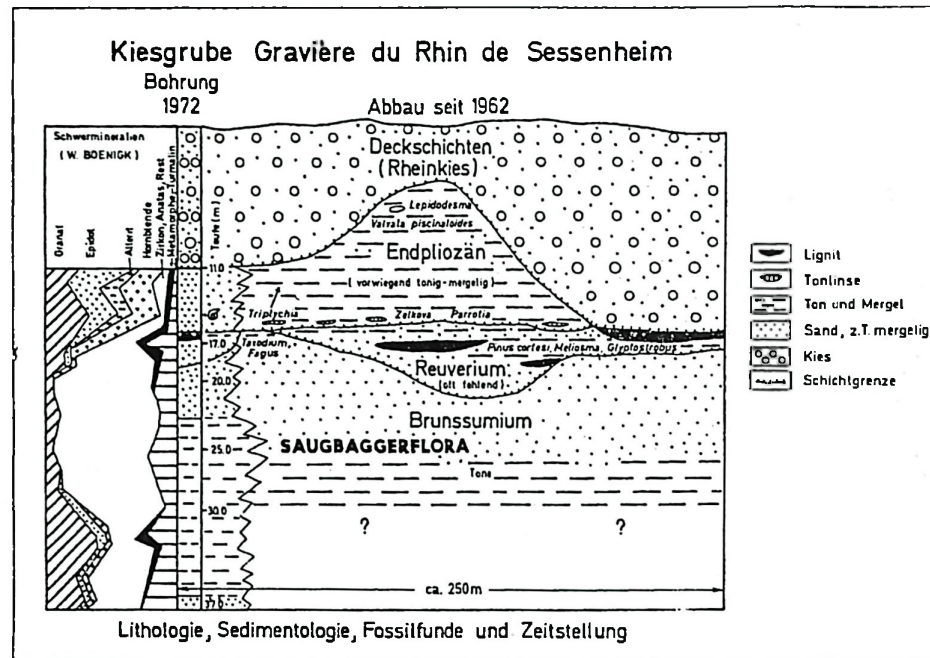


Abb. 2: Profil der Kiesgrube Gravière du Rhin de Sessenheim (aus GEISSERT et al. 1990)

Die Begriffe Reuverium und Brunssumium sind der niederländischen Stratigraphie entnommen, um „Neuschöpfungen“ zu vermeiden, was sich allerdings im Falle „Endpliozän“ nicht ganz vermeiden ließ, da keine Parallelisierung mit dem sog. Tiglium (bereits Quartär?) möglich ist.

Anhand der Bohrung konnte festgestellt werden, daß die *Triptychia*-Fauna auch in einer grobsandigen Ablagerung auftritt, wie übrigens auch in der Sandgrube Hatten.

4. An der Basis des meist sandig ausgebildeten „Brunssumiums“ beginnen die miopliozänen Grenzschichten mit der sogenannten „Saugbaggerflora“, die ihren Namen von der Art des Abbaues herleitet, nämlich durch eine Saugbaggeranlage, im Gegensatz zu der sonst üblichen Ausbaggerung mittels Greifzangen.

In der Zusammenfassung der dieser Flora gewidmeten Arbeit (GEISSERT, GREGOR & MAI, 1990) wird diese Fundschicht wie folgt charakterisiert: „Die Flora ist obermiozänen-unterpliozänen Alters und weist 157 Arten auf, wovon über 70 % Pflanzen trockener Standorte sind (15 % Sumpfflora, 11 % Wasserflora), was sich auch an einem Anteil 70 % Baumartiger (30 % Krautartiger) ablesen läßt. Pflanzengeographisch gesehen liegen 70 % arktotertiäre Elemente vor (30 % paläotropische), 57 % native (43 %

exotische) und von den anderen Verteilungen 22 % Elemente der ASA-GRAY-Disjunktion - siehe Glossar -, 30 % holarktische Formen, 16 % tropisch-subtropische, 7 % disperse und 25 % Kosmopoliten; 4 % der ganzen Flora sind als völlig ausgestorbene Formen zu betrachten.

Die Flora zeigt gute Übereinstimmungen mit weiteren elsässer Floren (Auenheim, Kaltenhouse), den Wetterauer (Dorheim etc.), den niederrheinischen (Düren) und einigen polnischen Floren (Kroszno).

Früher wurden diese Ablagerungen als Pliozän angesehen, während wir sie heute ins Obermiozän, an die Grenze zum Pliozän legen. Eine neue Computerauswertung erlaubt die Einordnung der Saugbaggerflora in verschiedene Vegetationsränge und geographische Florenräume.

Wir können die Mixed Mesophytic Forests (Übergangswälder) und Deciduous Broad-leaved Forests (gemäßigte Wälder) Chinas, Japans und des Südostens von Nordamerika in unsere Vergleiche mit einbeziehen, aber ebenso gemäßigte Buchenwälder Europas und Kleinasiens.“

Fünfzehn zuvor nicht bekannte Arten stammen aus dieser „Saugbaggerflora“ (oben erwähnte Monographie sowie GEISSERT & GREGOR, 1981).

Als besonders warme, tropische und subtropische Elemente sind zu erwähnen die Arten der Gattungen *Rehderodendron*, *Schisandra*, *Sapium*, *Ternstroemia*, *Toddalia*, die in jüngeren Ablagerungen nicht mehr oder nur äußerst selten vorkommen.

Im Zusammenhang mit dieser Flora sollen auch die Besonderheiten der gleichalterigen elsässischen Fundstellen nicht unerwähnt bleiben. Es muß auch darauf hingewiesen werden, daß, bedingt durch die besondere Abbaumethode und Bergungsmöglichkeit, einige Formen sich der Beobachtung entziehen, so z.B. viele kleinere Fossilien oder Blätter und Flügel Früchte, die der Belastung des Transportweges nicht widerstehen können

Die Fundschicht in der Sandgrube Kaltenhouse hat ebenfalls eine erhebliche Anzahl miozäner Reste geliefert (GEISSERT, 1990), so z.B. *Alangium deutschmannii*, *Rehderodendron ehrenbergii*, *Schisandra geissertii*, *Symplocos wiesaensis* sowie 5 weitere Arten dieser überwiegend tropisch-subtropischen Gattung. Eine „Weltpremiere“ war die Entdeckung von zwei *Ginkgo*-Fruchtifikationen, die von GREGOR (1992) beschrieben wurden.

Aus Auenheim, hauptsächlich bekannt durch eine prächtige Blätterflora, darunter reichlich *Ginkgo adiantoides* (Abb. 9, Fig. 3), stammt der erdgeschichtlich jüngste Fund der seit dem ältesten Tertiär bekannten *Craigia bronnii* aus einer Gattung der Tiliaceae (KVACEK et al. 1991). Ebenfalls von hier der einzige Fund eines Steinkerns des Tupelo-Baumes, *Nyssa* aff. *aquatica*, der heute den südlichen Teil der USA bewohnt.

Aus der „klassischen“ Fundstelle (No. 5, Abb. 1), kaum 2 km von der Sessenheimer Grube entfernt, sind Samen der zu den Lythraceae gestellten *Microdiptera parva* bekannt geworden. Auch dieses Gewächs ist seit dem Eozän bekannt und besitzt seine stratigraphische Obergrenze im elsässischen obersten Miozän (GEISSERT & GREGOR, 1986).

5. Unter den vorigen Schichten folgen zwischen ca. 25 bis 37 m (Endteufe der Bohrung) fossilfreie Tone, die, entsprechend ihrer Schwermineralassoziation (BOENIGK, 1990), den rheinhessischen Dinotherien-Sanden zugeordnet werden können. Theoretisch könnten in dieser Ablagerung Reste der älteren Mastodonten sowie die des letzten *Dinotherium* vorkommen. Das *Dino-* (bzw. *Deino-*) *therium* oder „Schreckenstier“ war ein Rüsseltier, größer als der Elefant mit abwärts gerichteten, leicht nach unten gerichteten Stoßzähnen im Unterkiefer (Die Entwicklungsgeschichte der Erde, BROCKHAUS, 1953). GREGOR et al. (2000) betrachten dieses Tier nicht mehr als Proboscider, sondern als weitläufigen früh abgespaltenen Seekuh-Verwandten.

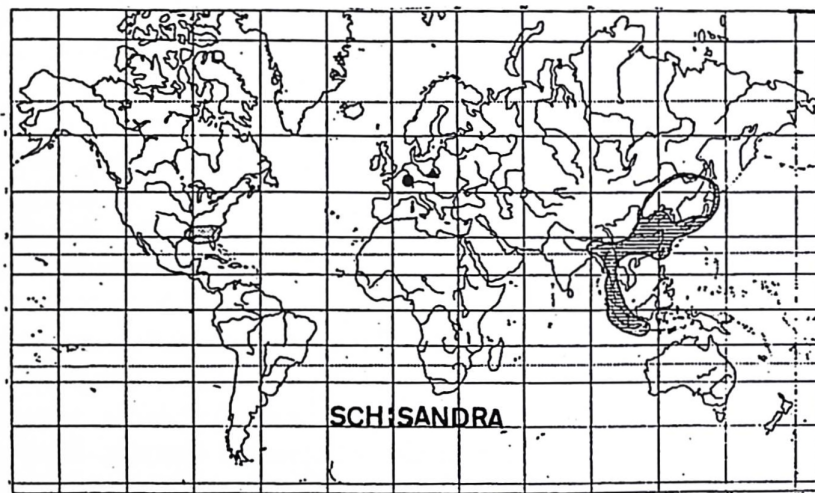
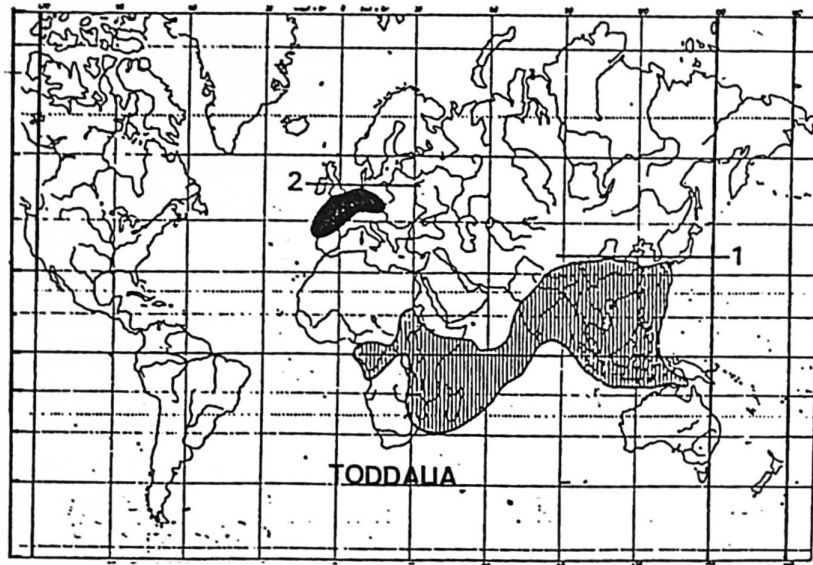


Abb. 3: Gegenwärtige und fossile Verbreitung einiger Gewächse

Toddalia, Fam. Rutaceae: Die gegenwärtig einzige Art, der Kletterstrauch *Toddalia asiatica* lebt in tropischen Gebieten Asiens und Afrikas (schraffiert). Fossil ist in Europa die Gattung durch mehrere Arten bzw. Formen vertreten (schwarz, Abb. 3a).

Schisandra, Fam. Schisandraceae: Rezent ist die Gattung mit 25 Arten vertreten, vom Himalaja bis zum Amurland und Japan sowie von Burma bis Malesien; eine Art, *S. glabra*, lebt in den USA (Süd-Carolina und Texas), also eine recht auffällige ASA-GRAY-Disjunktion. Diese Gewächse sind ebenfalls zumeist Kletterpflanzen oder kleine Sträucher. Waagerecht liniert zeigt sich die Verbreitung der südost-asiatischen Arten. Im weißen Feld liegt das Areal von *S. chinensis*. Vorkommen der fossilen *Schisandra geissertii* GREGOR: schwarzer Punkt = Sessenheim, Dreieck = Krosienko in Polen (Abb. 3 b). Abbildungen nach GREGOR.

Bemerkungen zu pflanzengeographischen Elementen im Pliozän des Elsaß

Abb. 4-7 zeigen diverse Elemente aus der Saugbaggerflora und anderen elsäßischen Floren, die einen Eindruck von der geographischen Verbreitung der heutigen Vergleichsarten geben.

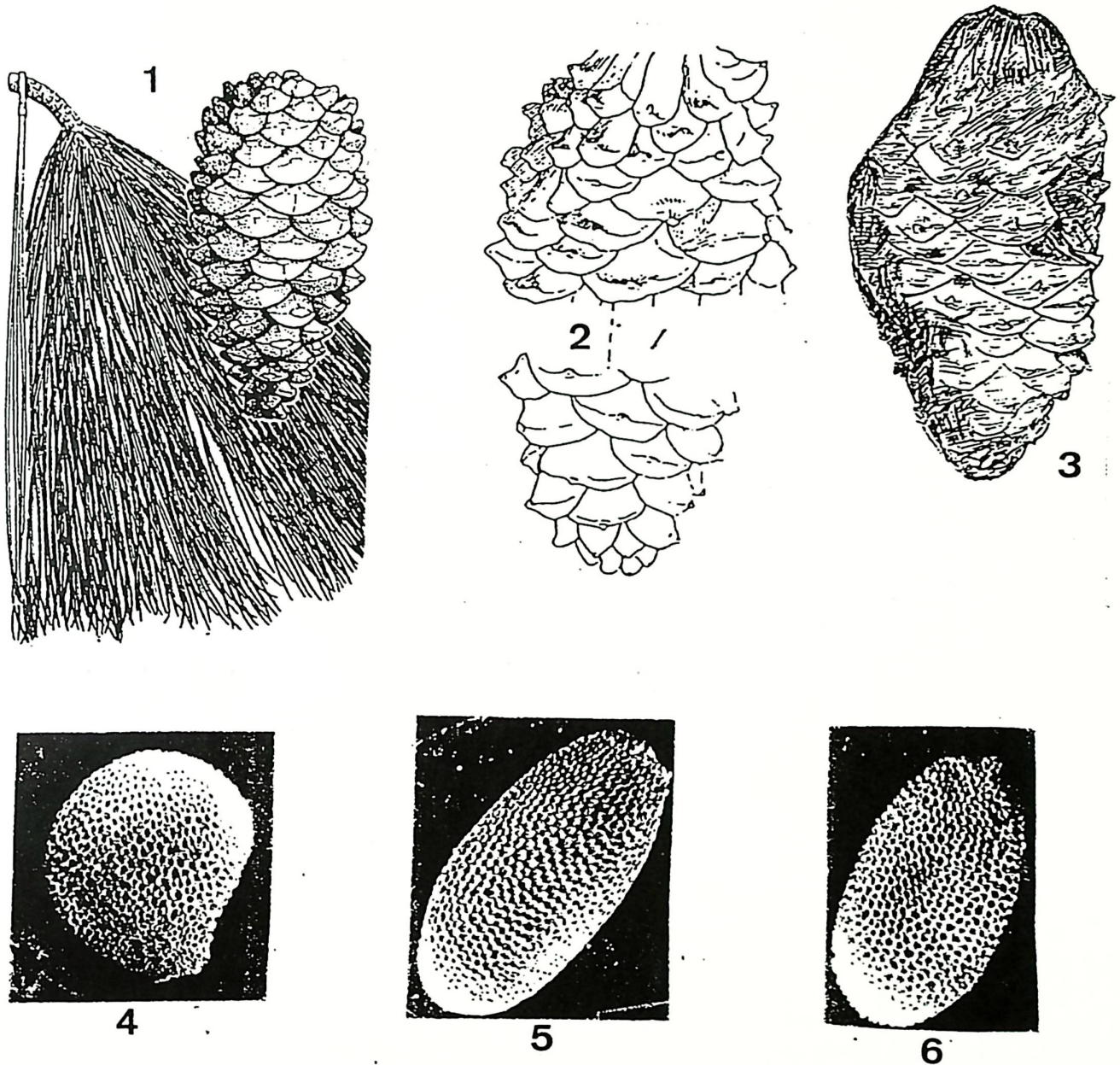


Abb. 4: Kiefern und Kiwis

1: Die rezente Kiefer *Pinus roxburghii* aus dem Himalaja als Vergleichsart mit Fossilien aus der Braunkohle (Reuverium). In Frage kommt auch u.a. *Pinus taeda* aus den östlichen USA, von New Jersey bis Florida und Texas. - 2 u. 3: *Pinus spinosa* HERBST aus der Grube der Forstabteilung 7 (2 nach HICKEL) und der Grube von Sessenheim, deren Fundschicht noch weitere Arten der Gattung führt. - 4, 5, 6: Drei Samen der Gattung *Actinidia*, wohlbekannt als „Kiwi“, hauptsächlich *A. arguata* und *A. chinensis*. Die Gattung besteht aus 36 Arten (von Java und Indien bis zum Himalaja, Ostasien und Amurland). - 4: *A. polygama fossilis* (Samen 1,9 x 1,3 mm). - 5, 6: *A. faveolata* (Samen 2,5 x 3,8 x 1,5 x 2,2 mm). Fundschicht: Saugbaggerflora.

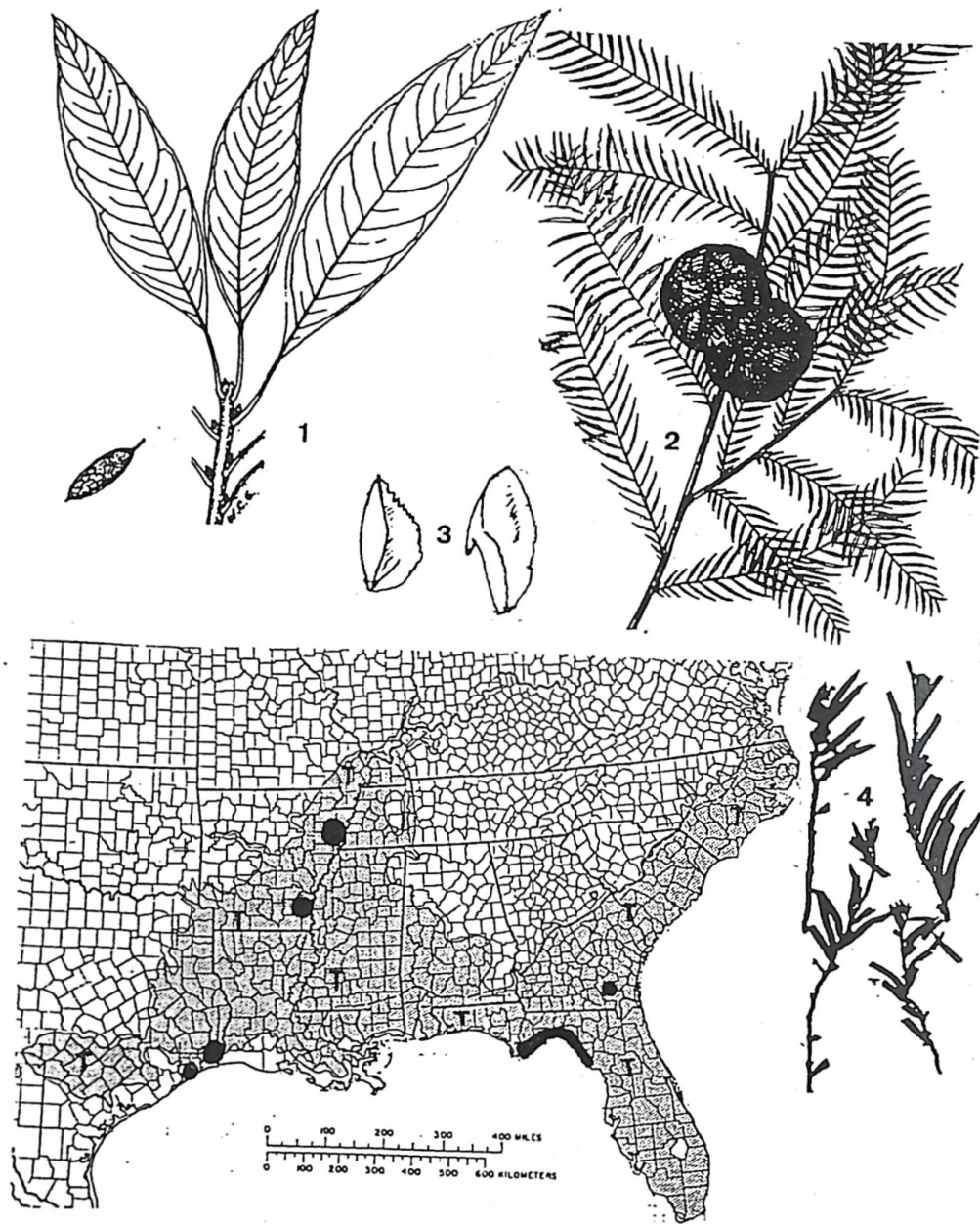


Abb. 5: Leitneria und Sumpfzypresse

1: Frucht und Zweig der *Leitneria floridana* (Corkwood = Korkholz), letzte lebende Art einer einst zahlreicheren Familie, die derzeit nur noch ein aufgelöstes Areal im Osten der USA bewohnt (schwarze Flecke auf der Verbreitungskarte). Zwei Arten gehören zu der Saugbaggerflora, nämlich: *L. flexuosa* (bisher nur von hier) und *L. venosa*, die auch anderswo in tertiären Ablagerungen Europas und Westsibiriens gefunden wurde. Nach GRIMM (1962) ist Corkwood leichter als Kork und findet ähnliche Verwendung. - 2: Zapfentragender Zweig der Sumpfzypresse (*Taxodium distichum*) aus den südlichen und östlichen Teilen der USA. Der bis zu 50 m hohe Baum kann ein Alter von mehr als tausend Jahren erreichen, er wächst vornehmlich auf nassen Böden, die auch langfristig überschwemmt sein können. Die bei uns überaus häufigen fossilen Organe zeigen praktisch eine völlige Übereinstimmung mit jenen der erwähnten Art. - 3: Samen, ca. 10-14 mm lang. - 4: Fossile Zweige. Verbreitungskarte: getönt und „T“. Besonders häufig in den Reuver-Tone

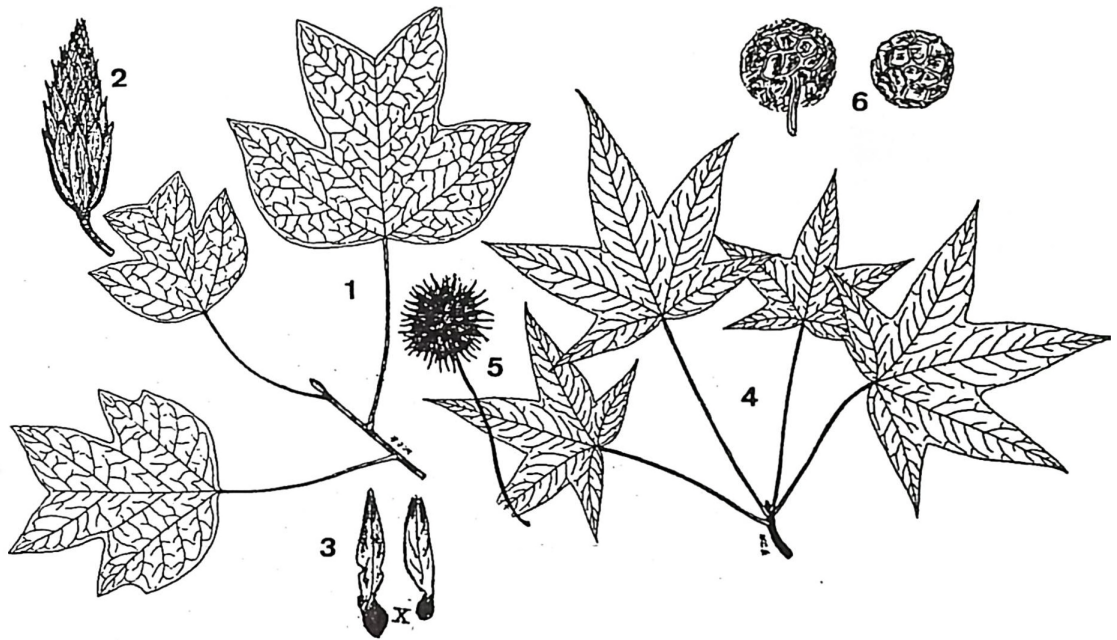


Abb. 6: Tulpenbaum und Amberbaum

1: Zweig des Tulpenbaumes, *Liriodendron tulipifera*, Fam. Magnoliaceae aus den östlichen USA (von Massachusetts bis Louisiana). Die gebräuchlichen Namen, wie z.B. „Tulipier de Virginie“ oder „Tulip-tree“ werden von den entfernt tulpenähnlichen Blüten hergeleitet. Die eigentümlich geformten Blätter sind im Mittel ca. 70 mm lang und fast von gleicher Breite. - 2: „Fruchtzapfen“, ca. 70 mm lang (die um eine Spindel dachziegelförmig angeordneten Karpelle). - 3: Karpelle des fossilen *Liriodendron geminata* aus Auenheim; in Sessenheim sind nur die Samen (x) erhalten. Länge 20-25 mm, und damit wesentlich kleiner als bei *L. tulipifera*. Eine zweite Art der Gattung, *Liriodendron chinensis*, lebt in China und Vietnam, also eine ganz typische ASA-GRAY-Disjunktion. *Liriodendron tulipifera* ist heute bei uns ein beliebter Zierbaum und wird ebenfalls forstlich angebaut. - 4: Zweig des Amber- oder Storaxbaumes, *Liquidambar styraciflua*, Fam. Hamamelidaceae, mit etwa der gleichen Verbreitung wie der Tulpenbaum. - 5: Der kugelförmige Fruchtstand mit den Samen. - 6: leere, plattgedrückte Fruchtstände der fossilen Art, *Liquidambar magniloculata* mit der typischen wabenförmigen Beschaffenheit, Ø ca. 12 bis 15 mm. Die Gattung *Liquidambar* ist gegenwärtig durch 4 weitere Arten vertreten: *L. formosana* in China und Formosa, *L. orientalis* in Kleinasien sowie je eine Art in Mexiko und Guatemala.

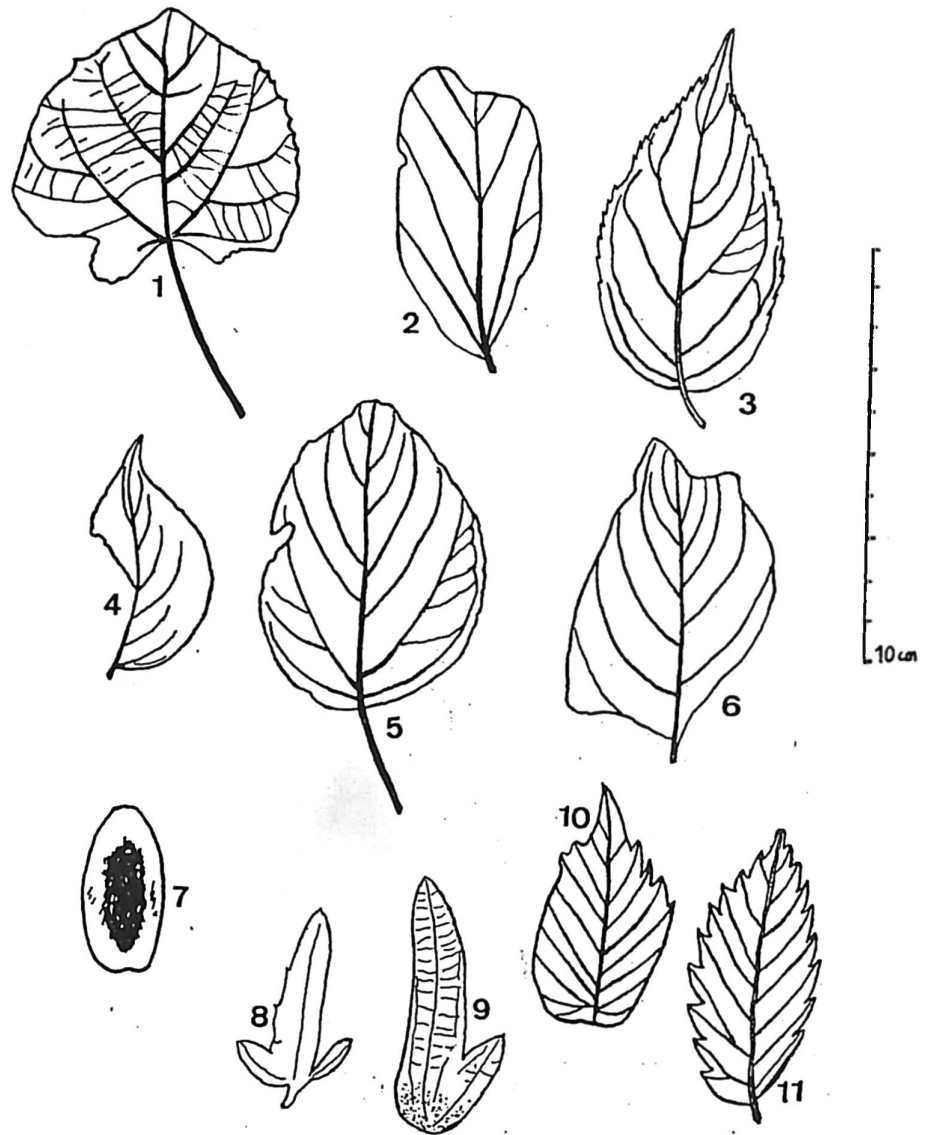


Abb. 7: Abdrücke von Blättern und Flügelfrüchten aus den Toneisenplatten

1: Kleines Pappelblatt (sonst bis zu 120 mm breit) des *Populus latior*. - 2: Transkaukasisches Eisenholz (*Parrotia* cf. *persica*) aus der Familie der Hamamelis-Gewächse. - 3 bis 6: Blätter der Gattung *Eucommia*, gegenwärtig nur mit einer Art in einem engbegrenzten Areal Chinas vertreten. - 7: Flügelfrucht von *Eucommia*. In der Mitte ist der Same in einem Gewirr von Kautschukfäden eingeschlossen, die noch ihre Elastizität bewahrt haben. - 8, 9: Flügelfrüchte der Hainbuche. 8: ein rezent es Exemplar, als Größenvergleich mit einem ca. 5 cm langen Abdruck. Auch die Blätter sind wesentlich größer als diejenigen der rezenten Art, mit welchen sie jedoch morphologisch übereinstimmen. - 10, 11: Blätter des Ulmengewächses *Zelkova ungeri*, deren nächste Verwandten im Kaukasus und im Fernen Osten vorkommen.

Mastodonten und „Mammute“, ein nomenklatorisches Kuriosum

Die Mastodonten (übersetzt „Zitzenzähne“) gelten als die direkten Vorläufer der Elefanten, unterscheiden sich aber von diesen durch den Bau und die Anzahl der Zähne (drei in jeder Kieferhälfte, gegenüber einem einzigen bei den Elefanten).

Die Zahnkrone eines unverbrauchten Backenzahnes zeigt transversale kammartige Erhebungen (Joche), die durch tiefe Zwischenräume (Täler) getrennt werden. Je nach der Gattung sind diese Zwischenräume offen oder sie sind von zusätzlichen Zitzen besetzt, wodurch sich abweichende Abkaubilder ergeben, die als Gattungsmerkmale ausgelegt werden.

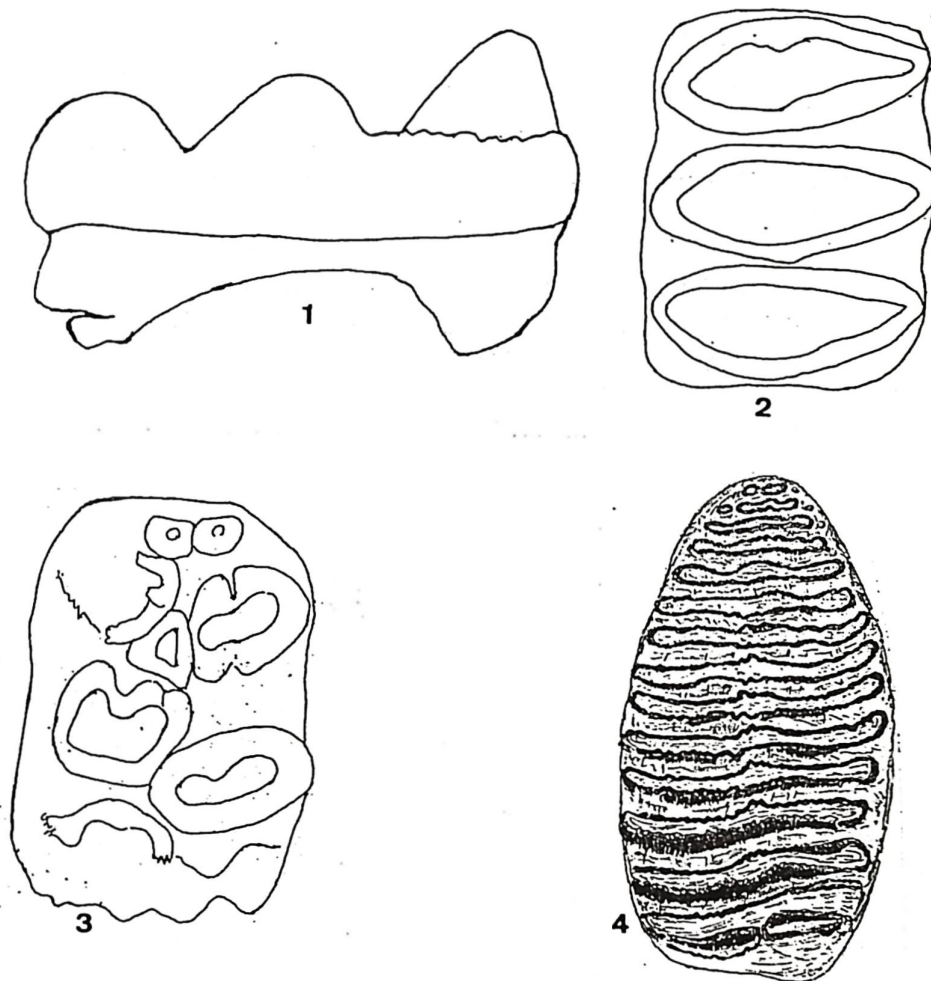


Abb. 8: Elefantenvorläufer und deren Zahnbau

1: Seitenansicht des Mastodonten *Mammot (Zygodontodon) borsoni* aus dem Endpliozän von Sessenheim. Die äußerste „Zitze“ ist kaum angekauft. - 2: Kaufläche des vorigen mit den Abrasionsfiguren (95 x 70 mm). - 3: Kaufläche des Mastodonten *Anancus arvernensis* aus gleichalteriger Ablagerung der Sandgrube Hatten (90 x 70 mm). - 4: Kaufläche des eiszeitlichen Mammuts *Parelephas trogontherii* (Steppenelefant) aus der Kiesgrube von Bischwiller-Hanhoffen (190 x 100 mm), ein Oberkiefer-Molar. Im Laufe der geologischen Entwicklung erhöhte sich die Zahl der Lamellen, der Zahnschmelz wurde dünner, etwa wie bei dem heutigen indischen Elefanten.

In Europa sind die Mastodonten seit dem obersten Pliozän ausgestorben, während in Nordamerika der letzte Vertreter der Familie, *Mammut (Zygodolophodon) americanus*, zu den Beutetieren der Urindiander gehörte.

Es bleibt noch zu klären, warum das wissenschaftliche „Mammut“ etwas anderes bezeichnet als den haarigen Gesellen aus der letzten Eiszeit oder dem ewigen Eis Sibiriens. Im Jahre 1799 beschrieb J. Fr. BLUMENBACH das „echte“ Mammut (an Hand von Belegen aus Sibirien und Deutschland) und gab ihm den wissenschaftlichen Namen *Elephas primigenius*, wovon allerdings nur noch der Artnamen „*primigenius*“, entsprechend der bestehenden Nomenklaturregeln, Gültigkeit besitzt, da *Elephas* heute ausschließlich den indischen Elefanten bezeichnet. Im gleichen Werk beschrieb BLUMENBACH das „völlig unbekannte ... So zum Beispiel statt aller das colossalische Land-Ungeheuer der Vorwelt, das Mammut (*Mammut ohioiticum*), dessen Gebeine besonders am Ohio in Nordamerika ... in Menge ausgegraben werden; und das sich unter andern schon durch die eigne auffallende Form seiner enormen Backzähne von der übrigen thierischen Schöpfung der Vorwelt auszeichnet“. Damit ist das zuletzt ausgestorbenen *Mastodon* gemeint. Nach strikter oder auch ungereimter Anwendung der Nomenklaturregeln hat der Gattungsname *Mammut* den Vorrang vor anderen Namen, wie z.B. *Mastodon* oder *Zygodolophodon*, auch wenn der bekannte Proboscidiar-Forscher, H. F. OSBORN, auf „this barbaric term Mammut“ hinweist.

Es ergibt sich also die scheinbar widersprüchliche Feststellung, daß das jetzt in allen Sprachen geläufige Wort Mammut (russ. mamont, engl. mammoth, franz. mammoth usw.) der wissenschaftlichen Bezeichnung *Mammuthus* (bzw. *Mammonteus*) *primigenius* BLUMENBACH entspricht, aber der wissenschaftliche Name, *Mammut americanus* KERR (1792), ein *Mastodon* benennt, zu dessen Gattung auch die Zähne von Sessenheim und Soufflenheim gehören (GEISSERT, 1982). Weitere Fundstellen von Mastodonten sind die Kiesgruben bei Berg und Wörth in der Pfalz, in letzterer sogar zusammen mit den Resten eines Tapirs (*Tapirus arvernensis*).

Zusätzliche Hinweise auf unsere fossile Pflanzenwelt

Abschließend soll nicht versäumt werden, etwas näher auf die fossilen Buchen einzugehen, sie sind wichtige Elemente unserer miozänen und pliozänen Floren. Sie verdienen ihre Erwähnung schon alleine durch die enorme Zahl ihrer Fossilien (Hölzer, Blätter, Fruchtkörper und Samen), die in einigen Floren überwiegen können; nur die Braunkohlen und das Endpliozän führen keine dieser Reste, ebenfalls auch keine Pollen. Bei den zwei fossilen Arten, *Fagus decurrens* und *F. ferruginea fossilis*, könnte die erste die direkte Stammform der europäischen und vorderasiatischen Buchen sein, während die zweite so ziemlich der amerikanischen Art entspricht (Abb. 9, Fig. 1). Heute ist noch die neue *Fagus deucalionis* zu erwähnen, eine Neukombination der alten Vertreter von *F. deucalionis*, *F. decurrens* und *F. microcarpa* (DENK & MELLER 2001).

Häufig sind Vertreter der Eichen, Haselnüsse, Erlen, Hainbuchen, verschiedene Rebengewächse und die auffälligen Nüsse von *Juglans bergomensis*, die weitgehend denjenigen der amerikanischen „Butternuß“ entsprechen. Zu den Nußbaumgewächsen gehören auch die Hickoryarten, die vorderasiatische Flügelnuß sowie weitere Vertreter ostasiatischer Gattungen. *Populus tremula* (Abb. 9, Fig. 4) liegt z.B. als Kutikelblatt vor, ein Pilz in typischer Form (Abb. 9, Fig. 2).

Ein Bezug zu der westamerikanischen Flora ergibt sich durch die Funde von Zapfen der *Sequoia abietina*, nahe verwandt mit der Küstensequoie, einer der zwei noch lebenden „Mammutbäume“, deren Ahnen bereits in der Kreidezeit vorhanden waren.

Der Vergleich mit dem „Kalender“ der Erdzeitalter zeigt, daß die rund 5 Millionen Jahre seit dem oberen Miozän bis zur Gegenwart nur einen Bruchteil der erdgeschichtlichen Entwicklung darstellen, und doch: welche Veränderungen sind seitdem geschehen!

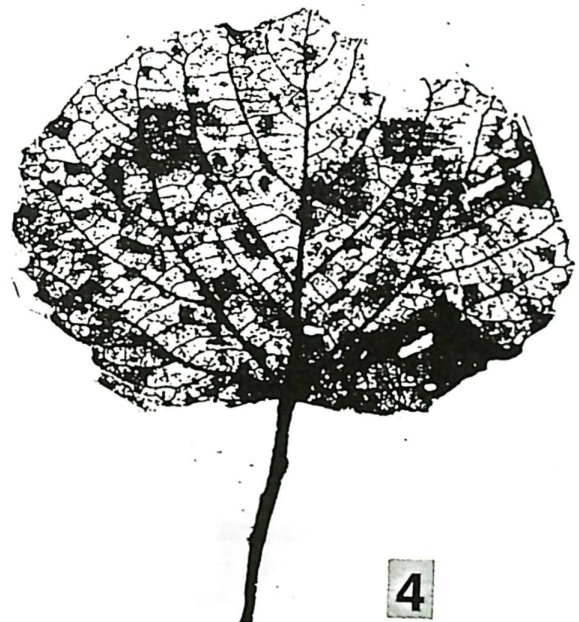
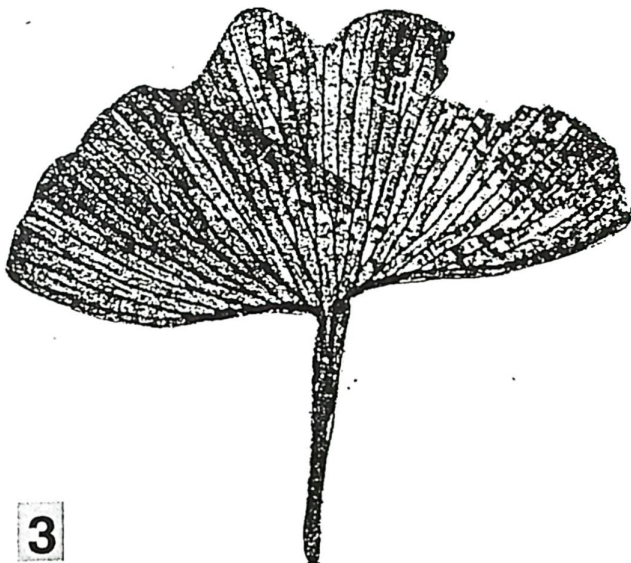
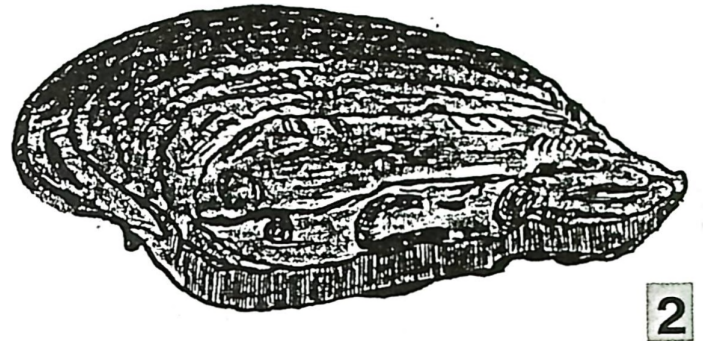


Abb. 9: Pflanzenfunde aus Sessenheim

Fig. 1: Vergrößerung eines Buchenblattes. Auch die feinste Nervatur ist erhalten geblieben.

Fig. 2: Holzpilz der Gattung *Polyporus*. (75 x 40 mm)

Fig. 3: Kleines Blatt von *Ginkgo adiantoides* (32 x 34 mm). Die einzige noch lebende Art, *G. biloba*, nur noch in einem engbegrenzten Areal Chinas.

Fig. 4: Fossiles Blatt der Zitterpappel, *Populus tremula fossilis* (60 x 70 mm)

Glossar

Erklärungen für einige Begriffe, sofern sie nicht im Text oder in der Zeittafel ersichtlich sind:

ASA-GRAY-Disjunktion: Nach dem Namen eines amerikanischen Wissenschaftlers. Besagt, daß früher über die gesamte nördliche Hemisphäre verbreitete Gattungen sich in zwei Areale, ein östliches und ein westliches, aufgelöst haben (z.B. *Liriodendron*, *Schisandra* usw.). Dazwischen liegen die fossilen Vorkommen in Europa.

Brunssumium, Reuverium: Benannt nach Ortschaften in der niederländischen Provinz Limburg (Brunssum, Reuver); sie entsprechen den herkömmlichen Pliozänstufen. Als **Tiglium** (von Tegelen) wird oder wurde die erste quartäre Warmzeit bezeichnet. Kompliziert wird diese Abfolge durch das problematische „Prätegelen“ sensu ZAGWIJN, welches aber nirgends makrofloristisch zu finden ist.

Holarktis: Holartisches Floren- und Faunenreich, ein Gebiet, das die Nordhalbkugel umfaßt. Im Tertiär noch die zusammenhängenden Landmassen (Bering- und Nordatlantikbrücke), durch viele Gewächse und Tiere charakterisiert, die nur auf ihnen vorkommen oder vorkamen. **Arktoteriär:** Etwa im gleichen Sinne.

Fossilien: Überreste ehemaliger Lebewesen.

Holozän: Die ca. 10.000 Jahre alte Nacheiszeit. **Pleistozän:** Die eigentliche Eiszeit. Beide zusammen bilden das Quartär.

Lignit: Braunkohle (von Lignum = Holz)

Mergel: Lockergestein aus Ton und kohlensaurem Kalk.

Tabelle 1

System / Periode	Serie / Epoche – mit Florenkomplexen	Beginn vor ca. Millionen Jahren
Quartär	Holozän Pleistozän	ca. 11.000 Jahre 1,6 bzw. 1,8 (bzw. 2,4 sensu ZAGWIJN)
Tertiär	Plio­zän Tgb. Hambach Saugbaggerflora Mio­zän Tgb. Hambach Oligozän Eozän Paläozän	5 25 35 55 65
Kreide		140
Jura		195
Trias		230
Perm		280
Karbon		345
Devon		390
Silur		435
Ordovizium		500
Kambrium		570
Präkambrium		4000

Literatur

- BROCKHAUS (1953): „Der Große BROCKHAUS“, Bd. III, 16. Aufl., S. 278, Wiesbaden
- BOENIGK, W. (1990): Schwermineraluntersuchungen. - In: GEISSERT, F., GREGOR, H.-J. & MAI, D. H.: Die Saugbaggerflora. - Documenta naturae, **57**: 8-10, München (sowie schriftliche Mitteilungen)
- DENK, Th. & MELLER, B. (2001): Systematic significance of the cupule/nut complex in living and fossil *Fagus*. - Internat. J. Plant. Sci., **162** (4): 869-897, Chicago
- GEISSERT, F. (1959): La végétation de la région de Haguenau. - Bull. Soc. bot. Fr., **85**, Session extraordinaire, Vosges-Alsace: 95-111, Paris
- GEISSERT, F. (1962): Nouvelle contribution à l'étude de la flore pliocène des environs de Haguenau. - Bull. Serv. Cart. Géol. Als.-Lorr., **15**: 37-48, 4 Taf., Strasbourg
- GEISSERT, F. (1967): Mollusques et nouvelle flore plio-pleistocène à Sessenheim. - Bull. Serv. Carte Géol. Als.-Lorr., **20**: 83-100, 1 Taf., Strasbourg
- GEISSERT, F. (1972): Neue Untersuchungen im Pliozän der Haguenauer Umgebung. - Mainzer Naturwiss. Archiv, **11**: 191-221, 1 Tab., 14 Abb., Mainz
- GEISSERT, F. (1982): Beitrag zur Geschichte des Mammuts. - Mitt. bad. Landesver. Naturk., N.F., **13**: 1-7, Freiburg i.Br.
- GEISSERT, F. (1990): Un demi-siècle de Sciences naturelles.- 71 S., 4 Taf., 5 Tab., ca. 100 Abb., Sessenheim, Selbstverlag
- GEISSERT, F. & GREGOR, H.-J. (1981): Einige interessante und neue sommergrüne Pflanzenelemente aus dem Elsässer Mittel-Pliozän. - Mitt. bad. Landesver. Naturk., N.F., **12**: 233-239, 11 Abb., Freiburg i.Br.
- GEISSERT, F. & GREGOR, H.-J. (1986): Erstnachweis von *Microdiptera parva* CHANDLER im elsässischen Pliozän. - Documenta naturae, **32**: 21-23, 9 Abb., München
- GEISSERT, F., GREGOR, H.-J. & MAI, D. H. (mit Beiträgen von W. BOENIGK und Th. GÜNTHER) (1990): Die „Saugbaggerflora“ von Sessenheim. - Documenta naturae, **57**: 208 S, 36 Abb., 35 Taf., München.
- GEISSERT, F., & MENILLET, F. (1976): Carte géo. et notice expl. Seltz-Wissembourg. - B. R. G. M., Orléans
- GREGOR, H.-J. (1992): *Ginkgo geissertii* nov. spec. aus dem Pliozän des Elsaß. - Documenta naturae, **74**: 26-31, 2 Abb., 1 Taf., München
- GREGOR, H.-J., KUHN, R. & STORCH, D.H. (2000): Gedanken zur taxonomisch-systematischen Stellung von *Deinotherium* auf Grund anatomisch-moprphologi-scher Gegebenheiten.- Documenta naturae, **130**: 1-141, 43 Abb., 7 Tab., 6 Taf., München
- GRIMM, W. C. (1962): The book of trees. - 487 S., Harrisburg, Pennsylvania
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1989): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 1: Fundorte und deren Florenlisten. -- Documenta naturae, **50/1**, 180 S., 5 Tab., 3 Abb.; München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1990): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 2: Florenmerkmale und ihre stratigraphisch-geographischen Abhängigkeiten. -- Documenta naturae, **50/2**, 159 S., 23 Tab., 50 Abb.; München.

- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1992): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 3: Übereinstimmungen von Florenlisten und ihre stratigraphisch-geographischen Beziehungen. -- Documenta naturae, **50/3**, 244 S., 224 Tab., 4 Abb.; München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1993): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 4: Carpofloren, Carpofloren-Komplexe und Carpofloren-Phasen. -- Documenta naturae, **50/4**, 190 S., 20 Abb., 221 Tab.; München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1997): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 5: Artennachweise und stratigraphische Problematik. -- Documenta naturae, **50/5**, 150 S., 2 Abb., 11 Tab.; München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1998): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 6: Temporale, regionale und ökofazielle Bewertung von Arten. -- Documenta naturae, **50/6**, 154 S., 1 Fig., 13 Tab.; München.
- GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1999): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 7: Berichtigung der Datenbasis und neue Fundorte -- Documenta naturae, **50/7**, 175 S., 6 Tab.; München.
- HICKEL, R. (1932): Sur deux gisements de plantes tertiaires dans le Bas-Rhin. -- C. R. Acad. Sci., **194**: 1009-1010, 1 Abb., Paris
- KIRCHHEIMER, F. (1949): Zur Kenntnis der Pliocaenflora von Soufflenheim im Elsaß. -- Ber. oberhess. Ges. Natur- und Heilkunde: 206-230, Gießen
- KVAČEK, Z. & BŮŽEK, Č. & MANCHESTER, S. (1991): Fossil fruits of *Pteleaecarpum* WEYLAND - tiliaceous, not sapindaceous. -- Bot. Gaz., **152** (4): 552-523, Chicago
- SCHLICKUM, R. & GEISSERT, F. (1980): Die pliozäne Land- und Süßwassermolluskenfauna von Sessenheim. -- Arch. Molluskenkunde, **110**: 225-259, Taf. 12-16, Frankfurt a.M.

Anschrift des Autors:

Fritz M. GEISSERT, 1, Impasse des Mésanges, F-67770 Sessenheim

Documenta naturae	138	S. 77-91	5 Tafeln	München	2001
-------------------	-----	----------	----------	---------	------

Mineralogische Notizen vom Tagebau Hambach (Köln, Rheinbraun AG)

U. THEWALT & G. DÖRFNER

Zusammenfassung:

Der Tagebau Hambach ist nicht reich an Mineralarten. Die bei einer Exkursion im Sommer 2001 angetroffenen Minerale (Siderit, Pyrit, Gips, Goethit, Mangan(IV)-Minerale wie Ranciéit und Todorokit) werden vorgestellt. Die Schönheit der betreffenden Kristalle und Kristallaggregate zeigt sich erst bei einer Betrachtung unter dem Rasterelektronenmikroskop.

Summary:

Only a rather limited number of minerals are known from the open cast lignit mine Hambach. Some typical specimens, collected during a visit in 2001 are described. The beauty of the crystals and crystal aggregates of siderite, pyrite, goethite and the Mn(IV) minerals ranciéite and todorkite becomes visible by an examination with a scanning electron microscope.

Inhalt

1. Einleitung
2. Siderit
3. Pyrit
4. Goethit
5. Gips
6. Mangan(IV)-Minerale
7. Verkieselungen, Quarz
- 8 Weitere Minerale
9. Literatur
10. Tafelerklärungen

Adresse der Autoren

Dr. Ulf Thewalt, Gerda Dörfner, Universität Ulm, Sektion für Röntgen- und Elektronenbeugung, D-89069 Ulm

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

1. Einleitung

Braunkohle ist ein Reduktionsmittel. Deshalb ist in der Nachbarschaft von Braunkohlevorkommen sowie in Braunkohle selbst mit dem Auftreten von Mineralen zu rechnen, die Metallkationen in relativ niedrigen positiven Oxidationsstufen und Nichtmetallionen in negativen Oxidationsstufen enthalten. Besonders häufig vorkommende derartige Ionen sind das Kation Fe^{2+} und das Anion S_2^{2-} . Außerdem können Minerale auftreten, deren Anionen bei der Diagenese der Biomasse entstanden sind, ohne daß eine Reduktion erfolgt ist. Dies betrifft in erster Linie das Phosphat-Anion, PO_4^{3-} . Auch die Kationen Ca^{2+} und Mg^{2+} sind potentielle Komponenten von Mineralen in Braunkohlerevieren. Weiter ist Siliciumdioxid zu nennen, das sich in Form isolierter Quarzkristalle abscheiden oder in mikrokristalliner oder amorpher Form als Verkieselungsmaterial fungieren kann. Schließlich können auch Minerale vorkommen, deren Kationen und/oder Anionen bei der Oxidation der eingangs erwähnten Ionen durch Luftsauerstoff bzw. sauerstoffbeladenes Wasser entstanden sind. Aus Pyrit etwa entstehen via lösliche Eisensalze braune Eisen(III)oxidhydroxide, beispielsweise Goethit. Mitentstandene Sulfatanionen können mit Ca^{2+} -Kationen (etwa aus Kalzit) unter Bildung von Gips weiterreagieren. Welche Minerale im einzelnen auftreten bzw. entstehen, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, wie der Wasserdurchlässigkeit der umgebenden Sedimente und ihrer chemischen Zusammensetzung. Ein Braunkohlegebiet, in dem besonders viele Minerale (Phosphate, Sulfate und Carbonate) vorkommen, ist das in der Nähe von Florenz gelegene Valdarno-Revier (CORAZZA 1994).

Anläßlich einer Exkursion in den Hambacher Braunkohlentagebau im Sommer 2001 (PBA-Exkursion, Führung H.-J. GREGOR) hatten wir Gelegenheit, uns nach den dortigen Mineralen umzusehen - soweit es die Kürze des Besuchs zuließ. Dementsprechend sind die im folgenden beschriebenen, einer Momentaufnahme entsprechenden Beobachtungen natürlich nicht erschöpfend. Ergänzt werden sie durch Informationen, die uns Herr Dr. Wutzler, Betriebsgeologe der Rheinbraun A.G., zugänglich machte. Hierfür und für die überlassenen Belegstücke möchten wir uns an dieser Stelle herzlich bedanken.

2. Siderit

Die dominierende Mineralbildung ist Siderit. In Sand oder Lehm gewachsene Siderit-Konkretionen mit Durchmessern von Zentimetern bis Metern in den verschiedenen Etagen der Grube fallen dem Besucher sofort auf. In vielen Sideritkonkretionen kommen Klüfte vor. Die Wände mancher Klüfte werden aus kleinen Sideritkristallen gebildet, deren dreizählige Achsen mehr oder weniger senkrecht auf der Unterlage stehen (Tafel T1, Fig. 1 – 3). Diese Art der Kristallisation scheint dann erfolgt zu sein, wenn die Kristallisationskammern abgeschlossen waren und keine kristallisations-störenden Tonmineralpartikel anwesend waren. Häufiger als die gerade beschriebenen Kristallrasen findet man rundlich erscheinende Aggregate (Durchmesser um 0,15 mm) von Sideritkriställchen. Aus Anhäufungen solcher mehr oder weniger miteinander verwachsener Aggregate bestehen häufig die peripheren Bereiche von Sideritknollen (Tafel T1, Fig. 4). Es handelt sich dabei nicht um "Sphärolithe" im eigentlichen Sinn, sondern um Bündel miteinander verwachsener Kriställchen, deren jeweilige Hauptachsen systematisch um einen kleinen Winkelbetrag gegeneinander geneigt sind (Größenordnung 1°); s. Tafel T2, Fig. 1 und 2. Die Bündel gehen offenbar aus je einem primär vorliegenden einzelnen Siderithomboeder hervor, das durch suspendierte und/oder gelöste Fremdsubstanzen an einem geordneten Weiterwachstum gehindert wird.

Es kommt noch ein weiterer Typ kleiner rundlicher Mineralisationen vor, an denen Siderit beteiligt ist. Solche zu traubenförmigen Gebilden zusammengelagerte "Sphärolithe" mit Durchmessern im Millimeter-Bereich findet man beispielsweise in den Neurather Sanden. Beim vorsichtigen Wegätzen des Siderits mit Salzsäure an einer von Herrn Dr. Wutzler zur

Verfügung gestellten Probe zeigte sich, daß das Material im Wesentlichen aus eng gepackten, durch Siderit verkitteten Quarzkörnern besteht. Siderit tritt auch als Fossilisationsmaterial auf. In der Braunkohle des Flözes Frimmersdorf a hat man sideritisierte Baumstämme und Wurzelstöcke angetroffen (WUTZLER 1993).

Konkretionen oder Kristalle anderer Karbonate, wie Kalzit oder Aragonit, haben wir nicht gefunden.

3. Pyrit

Als weiteres Eisen(II)-Mineral ist Pyrit zu nennen. Scharen kleiner Pyritkristalle findet man auf den Wänden von Fugen in Braunkohlestücken. Die Kristalle besitzen oktaedrische Tracht. Häufig treten auch Pyritframboide in unterschiedlichen Wachstumsgrößen auf (Tafel T2, Fig. 3). Anhäufungen kleiner Pyritkristalle ließen sich auch in Sideritkonkretionen erkennen. Sideritknollen mit eingeschlossenen weitgehend pyritisierten Holzstücken sind nicht selten. Das Pyritmaterial (identifiziert durch Röntgen-Diffraktometrie) kann dabei die Holzzellen detailgenau abformen; s. Tafel T2, Fig. 4. Pyrit kommt auch als Sandkörner verkittender Zement vor: Im Flöz Garzweiler I hat man durch solches Material ausgefüllte Bohrlöcher von Bohrmuscheln (Teredina) angetroffen (persönl. Mitteilung von Dr. Wutzler).

Markasit haben wir nicht gefunden. Das Mineral wird jedoch als Überzug auf Knollen verfestigten Sandes erwähnt, die aus dem Hangenden des Flözes Garzweiler I stammen (WUTZLER 1986).

4. Goethit

In der 2. Sohle des Tagebaus, im Bereich der pleistozänen orangebraunen Sand- und Kiesablagerungen, kommen neben Limonitkrusten hohle sowie teilweise oder ganz mit Lehm gefüllte Limonitknollen vor. Die maximalen Durchmesser können einige Dezimeter betragen. Die Wände der Knollen lassen eine Vielzahl von Schichten erkennen, die aus mehr oder weniger mit Lehm verunreinigtem Goethit bestehen. Der blättrige Bau deutet auf zeitlich variierende Zufuhr von Eisen-Kationen und/oder variierendes Redoxmilieu während des Knollenwachstums. Unter dem Mikroskop läßt sich an Bruchflächen leicht der für Glaskopf typische parallelfaserige Bau bei einem Teil der Schichten erkennen. Die Innenseiten der hohlen Knollen sind tiefschwarz und glänzend, jedenfalls in den Bereichen, wo sie nicht von Lehm oder Manganoxiden bedeckt sind; s. Tafel T3, Fig. 1. Das Baumaterial ist Goethit (EDX und Röntgen-Pulverdiffraktometrie). Stellenweise kommen wulstige Strukturen vor, die an organisch gewachsene Gebilde erinnern. Man findet auch Anhäufungen kleiner, miteinander verwachsener Goethitsphärolithe (Tafel T3, Fig. 2), die mitunter zu Gebilden aggregiert sind, die ebenfalls wie organisch gewachsene Strukturen aussehen (Tafel T3, Fig. 3). Es gibt Bereiche auf den Knolleninnenseiten, in denen die Kristallisation des Eisenminerals zunächst offenbar nicht nach dem Muster der Glaskopfbildung abgelaufen ist. In dem in Tafel T3, Fig. 4 gezeigten Ausschnitt sind die Formen flacher Kristalle zu erkennen; Möglicherweise handelt es sich um Pseudomorphosen von Goethit nach Lepidokrokit.

5. Gips

Gips kann man in Spalten von Braunkohlestücken finden. Die zu Rosetten angeordneten Kriställchen sind zwar klein, aber gut entwickelt; s. Tafel T4, Fig 1. Das zur Mineralbildung nötige Ca^{2+} stammt wohl aus der Braunkohle. Seine Verfügbarkeit läßt sich daraus ableiten, daß die bei der Braunkohleverbrennung übrigbleibende Asche zu ca. 20% aus CaO besteht. Vergleichsweise große, in Braunkohle eingebettete Gipskristalle (Länge um 2 cm) wurden 1991 in den Inden-Schichten, 5. Sohle, angetroffen (WUTZLER, persönl. Mitteilung).

6. Mangan-Mineralie

Oxidische Mangan(IV)-Mineralie kommen auch vor. Wie vielerorts spielen sie mengenmäßig keine Rolle, machen aber durch ihre dunkle Farbe auf sich aufmerksam. Man findet sie auf den glaskopffartigen Innenwänden der in Abschnitt 4 beschriebenen hohlen Limonitknollen. Es handelt sich dabei um silbrig glänzende Überzüge und um bis zu millimetergroße, stellenweise samtartig braun schimmernde und stellenweise metallisch-grau erscheinende verzweigte, knollige Gebilde; s. Tafel T4, Fig. 2. Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man, daß den verschiedenen Bezirken solcher Mineralabscheidungen trotz des unterschiedlichen optischen Eindrucks das gleiche Bauprinzip zu Grunde liegt: Sie bestehen aus hauchdünnen, teilweise gebogenen, sich gegenseitig durchdringenden Kristallblättchen. Entscheidend für das Erscheinungsbild ist offenbar die mittlere Größe der Blättchen. Diese ist sehr variabel; s. Tafel T4, Fig. 3 und 4 sowie Tafel T5, Fig. 1. Das Röntgen-Pulverdiagramm läßt sich dahingehend interpretieren, daß ein Gemisch von Todorokit (vereinfachte Formel $(\text{Mn}^{2+}, \text{Ca})\text{Mn}^{4+}_3\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$) und Ranciéit (vereinfachte Formel $(\text{Mn}^{2+}, \text{Ca})\text{Mn}^{4+}\text{O}_9 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; 7 Å-Phyllomanganat) vorliegt. Das EDX Spektrum bestätigte die Anwesenheit von Calcium (Mn/Ca -Atomverhältnis $\approx 5/1$). Andere Metalle kommen in Mengen von weniger als 1 Atom% vor. Die beschriebene Art der Abscheidung bzw. Kristallisation von Eisen- und Manganoxiden auf der mikroskopischen Skala wird auch in anderer Umgebung beobachtet, etwa auf und zwischen Kalzitkristallen (THEWALT 2000).

7. Verkieselungen, Quarz

Ein quarzitartiges Material, das stellenweise an der Basis der Hauptkiesserie vorkam, wurde in größeren Mengen in den Jahren nach 1981 beobachtet. Es handelte sich um durch Mikroquarz verkitteten Sand (WUTZLER 1986). In der Schluffschicht zwischen den Flözen Garzweiler I und Garzweiler II hat man hornsteinartige Bezirke angetroffen (WUTZLER 1986). Im Lignit von Flöz Garzweiler II ist man während früherer Abbauphasen auf harte Bereiche mit hohem SiO_2 -Gehalt gestoßen (WUTZLER 1986). Ein entsprechendes dunkelbraunes Holzstück (wahrscheinlich Palmholz) hatte uns Herr Dr. Wutzler zur Verfügung gestellt. Unter dem Rasterelektronenmikroskop zeigte sich, daß das Material aus regellos orientierten idiomorphen Quarzkriställchen besteht, die in einer organischen Matrix eingebettet sind. Organische Strukturen sind nur noch an wenigen Stellen zu erkennen (Tafel T5, Fig. 2). Die Art der SiO_2 -Verteilung ist demnach völlig anders als bei "verkieseltem Holz" im üblichen Sinn (vgl. LANDMESSER 1994).

8. Weitere Mineralie

An vielen Stellen im Tagebau, besonders an Austrittsstellen von Grundwasser in Abbauwänden fällt die hell- bis dunkelbraune Farbe oxidischer Eisen(III)-Mineralie auf, die sich als Überzüge auf der Sand- oder Lehmunterlage abscheiden. Es lassen sich auch Kristallisate und Ausblühungen wasserlöslicher Eisensalze beobachten, wobei die Farben von fast farblos bis türkisgrün und hellblau reichen. Zusammen mit diesen Salzen – wohl im wesentlichen Eisen(II)-Sulfat – kommen häufig auch an elementaren Schwefel erinnernde gelbe, undurchsichtige Krusten vor. Die Tatsache, daß das gelbe Material in schwach saurem Wasser löslich ist, zeigt jedoch, daß es sich nicht um Schwefel handelt. Wahrscheinlich handelt es sich um ein basisches Fe(III)-Sulfat (Jarosit-Typ).

Aus Apatit und/oder anderen Ca-Phosphatmineralen bestehen weitgehend die Knochen und Zähne von Wirbeltieren, die kürzlich im Hauptflöz (Ville-Schichten) gefunden wurden (MÖRS et al. 2000). Ob Vivianit vorkommt, ist noch nicht endgültig geklärt. An frischen Abbaufächen gelegentlich beobachtete Blaufärbungen lassen sich vielleicht durch das Vorliegen von Vivianit erklären.

9. Literatur

- CORAZZA, M., PRATESI, G. & BRAGA, R. (1994): Minerals of the Upper Arno River Valley. - *The Mineralogical Record*, 25: 293-299.
- LANDMESSER, M. (1994): Zur Entstehung von Kieselhölzern – *extraLapis* No. 7: 49-80. Christian Weise-Verlag München.
- MÖRS, T., VON DER HOCHT, F., WUTZLER, B. (2000): Die erste Wirbeltierfauna aus der miozänen Braunkohle der Niederrheinischen Bucht (Vile-Schichten, Tagebau Hambach).- *Paläontolog. Z.*, 74: 145-170.
- THEWALT, U. (2000): Calcit - Beobachtungen im Mikrokosmos der Ulmer Alb. - *Lebendige Geschichte der Naturwissenschaften*, Band 4, S. 65-99, Universitätsverlag Ulm.
- WUTZLER, B. (1986): unveröffentlichter Manuskript.
- WUTZLER, B. (1993): *Geologischer Führer Tagebau Hambach*, Niederzier.

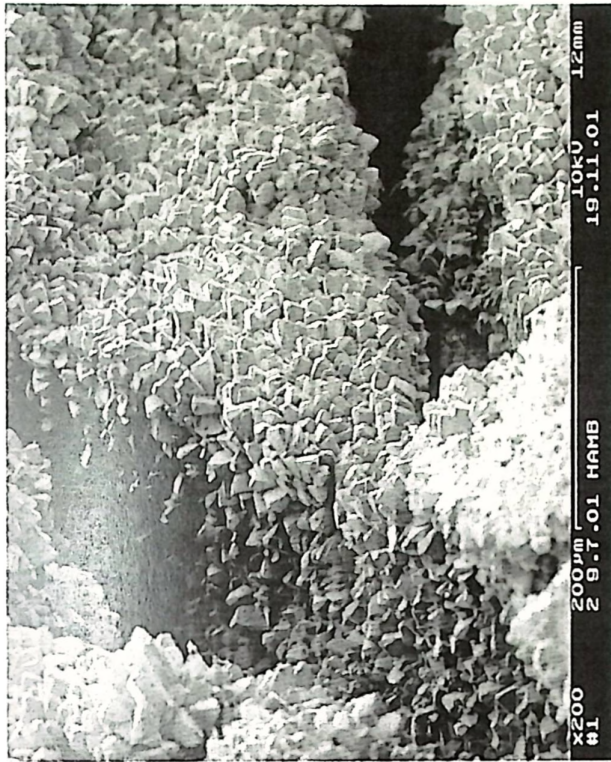
10. Tafelerklärungen

Alle Aufnahmen mit dem REM der Universität Ulm

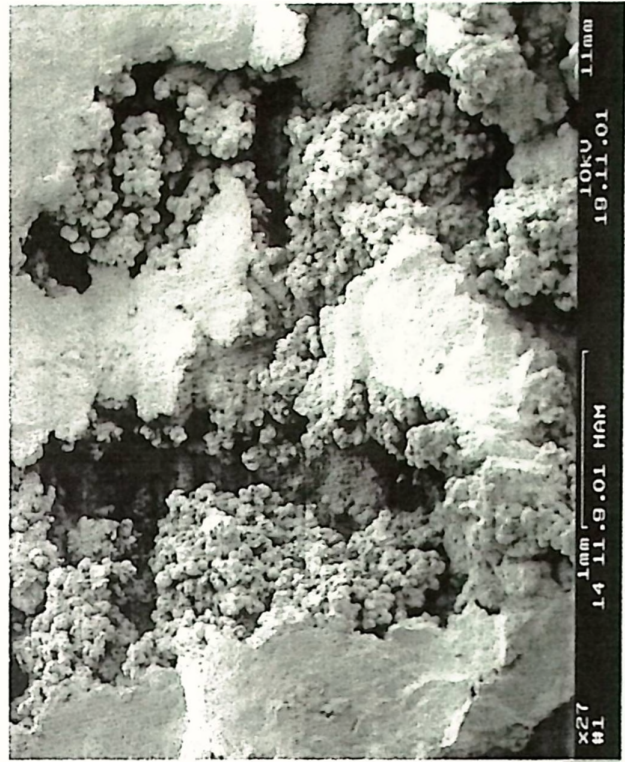
Tafel 1

Fig. 1 bis 3: Trockenrissartiger Hohlraum in einer Sideritkonkretion. Die Wände sind mit Sideritkristallen bewachsen. Der Kristallisationsraum war abgeschlossen und war frei von Tonpartikeln. REM-Aufnahmen bei zunehmender Vergrößerung. Bei Fig. 3 ist einer der Kristalle gerade so orientiert, daß man entlang seiner dreizähligen Symmetrieachse blickt.

Fig. 4: Äusserer Bereich einer Sideritkonkretion; 6. Sohle. Zwischen Bereichen massiven Siderits – man sieht die Bruchflächen - kommen locker gepackte, miteinander verwachsene Aggregate von Sideritkristallen vor. Einbettendes schluffartiges Material ist entfernt.



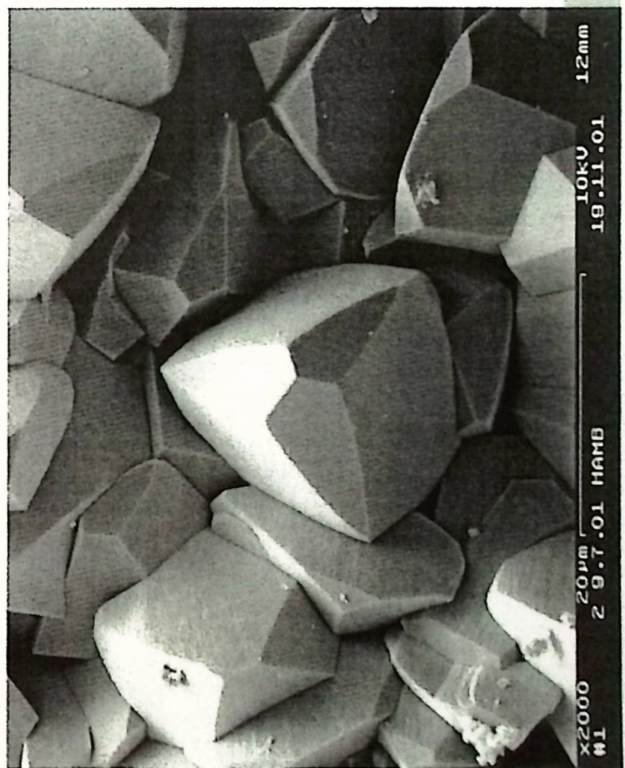
2



4



1



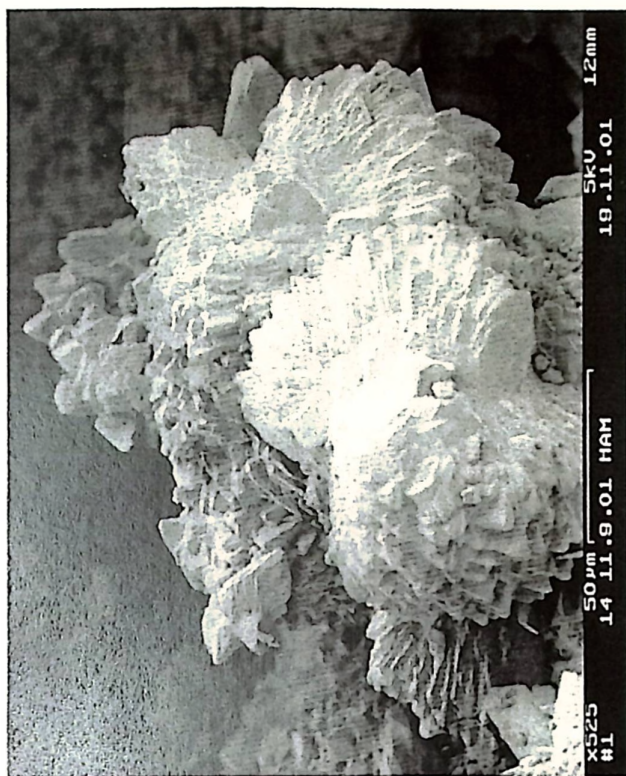
3

Tafel 2

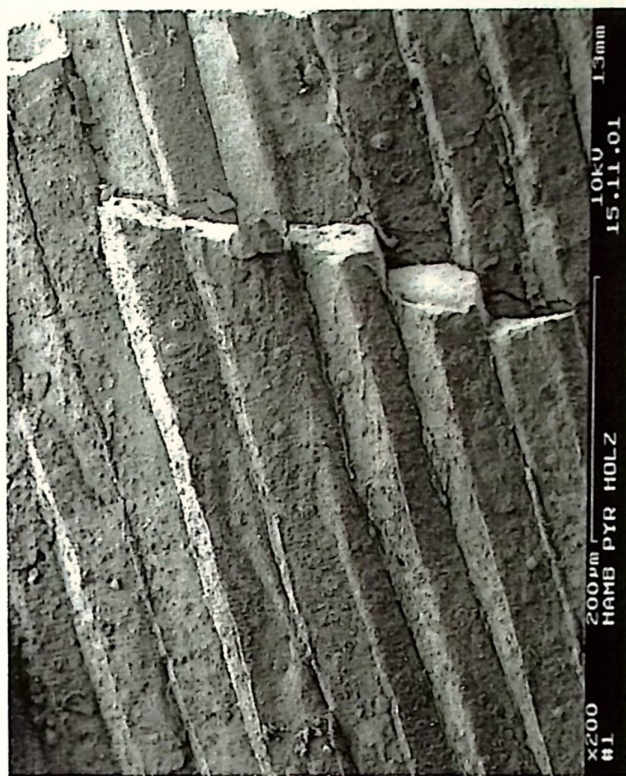
Fig 1 und 2: Die Sideritaggregate von Tafel T1, Fig 4 bei stärkerer Vergrößerung. Die an einigen Stellen erkennbaren einzelnen Rhomboeder scheinen der Form $\{02.1\}$ zu entsprechen (hexagonale Aufstellung; $a:c = 1:0,82$). Die fächerartig angeordneten Individuen der Kristallaggregate sind eher als eigene Kristalle denn als Subindividuen eines einzigen Kristalls anzusehen.

Fig. 3: Pyritkristalle auf Braunkohleunterlage. Auf relativ großen Oktaedern wachsen an mehreren Stellen Pyritframboide, die ihrerseits aus Oktaedern bestehen.

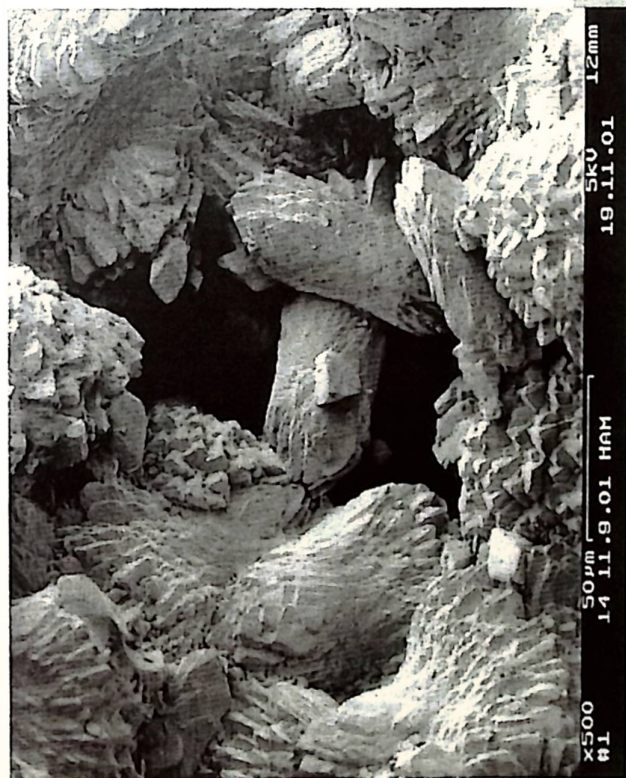
Fig. 4: Pyritisiertes Nadelholz, das in einer Sideritkonkretion eingeschlossen war. Die Abformung der Holzzellen ist detailgenau. Aufbauende Pyritkristalle sind nicht erkennbar.



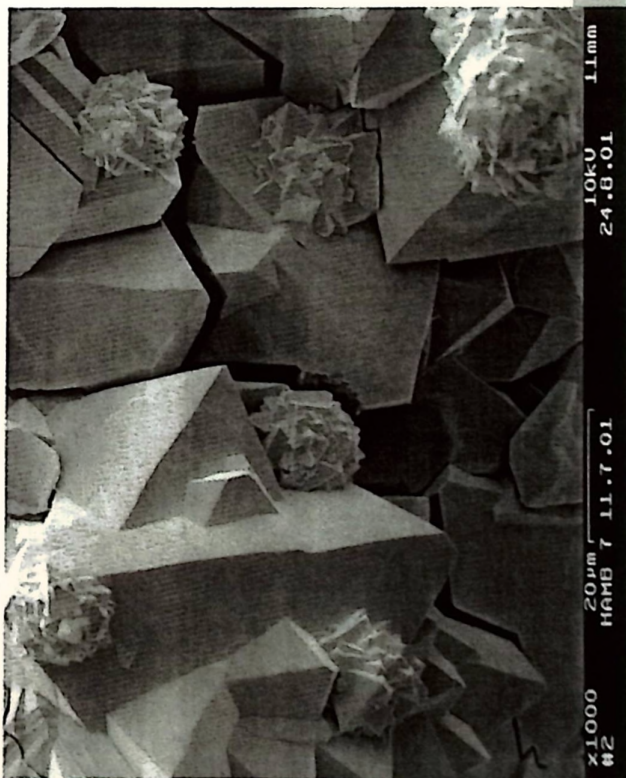
2



4



1



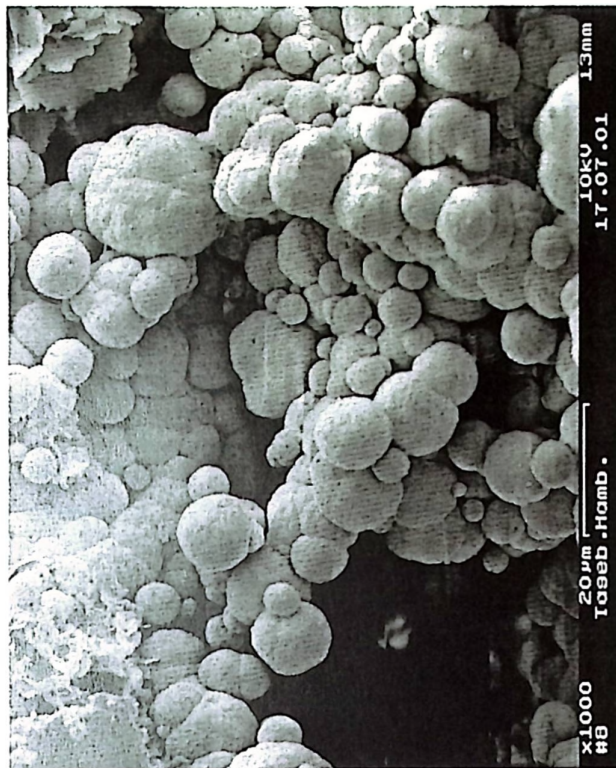
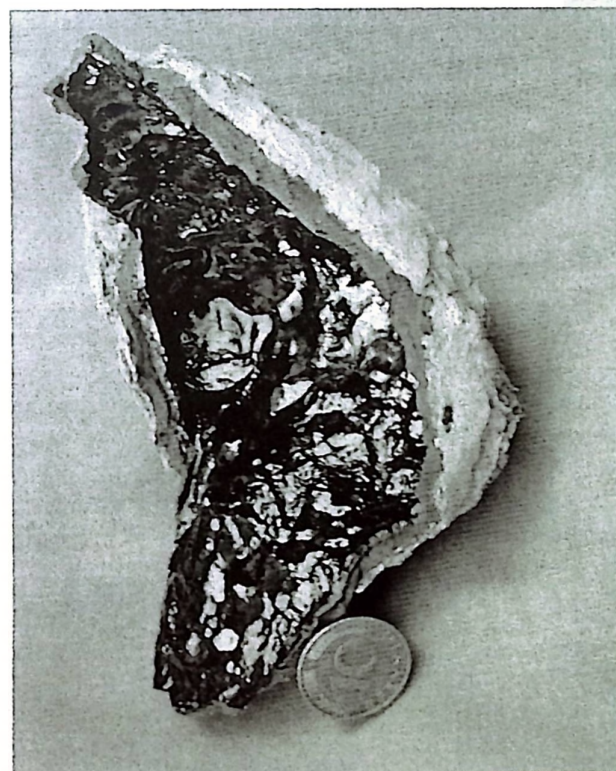
3

Tafel 3

Fig 1: Bruchstück einer hohlen Limonitknolle; 2. Sohle. Die tiefschwarze, glänzende Innenwand ist an einigen Stellen von gelbem Lehm bedeckt.

Fig. 2 und 3: Miteinander verwachsene Goethitsphärolithe aus einer hohlen Limonitknolle.

Fig. 4: Oberflächenform der Innenwand einer Limonitkugel, die auf (ehemaliges) Vorliegen eines nicht mehr bestimmbar Minerals hindeutet; eventuell Lepidokrokit ?

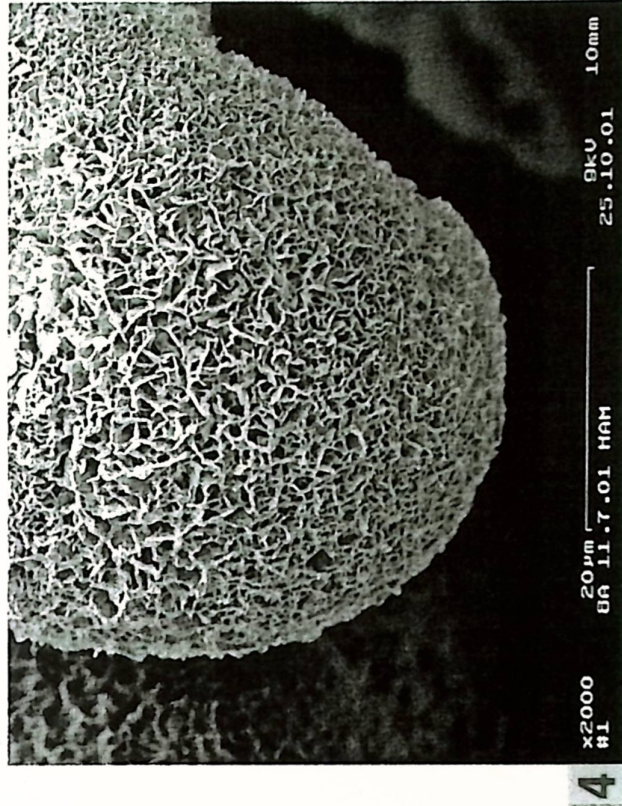
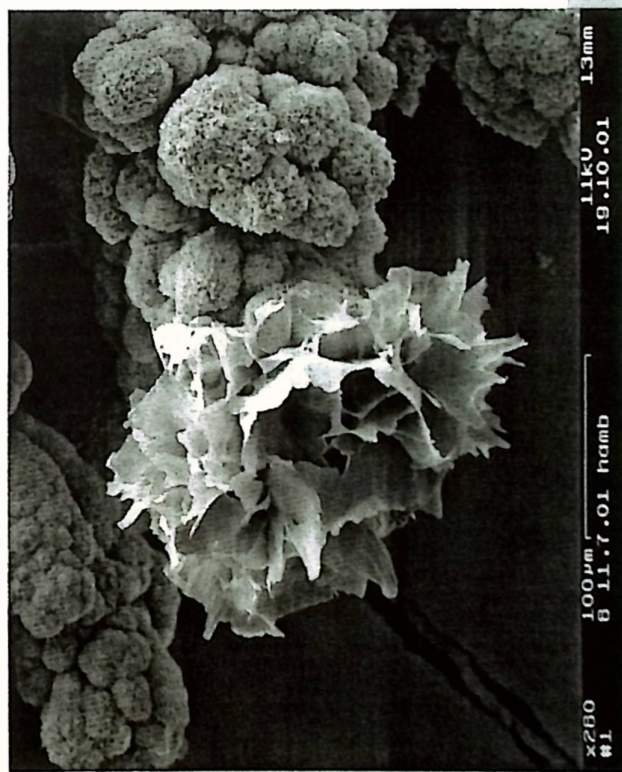
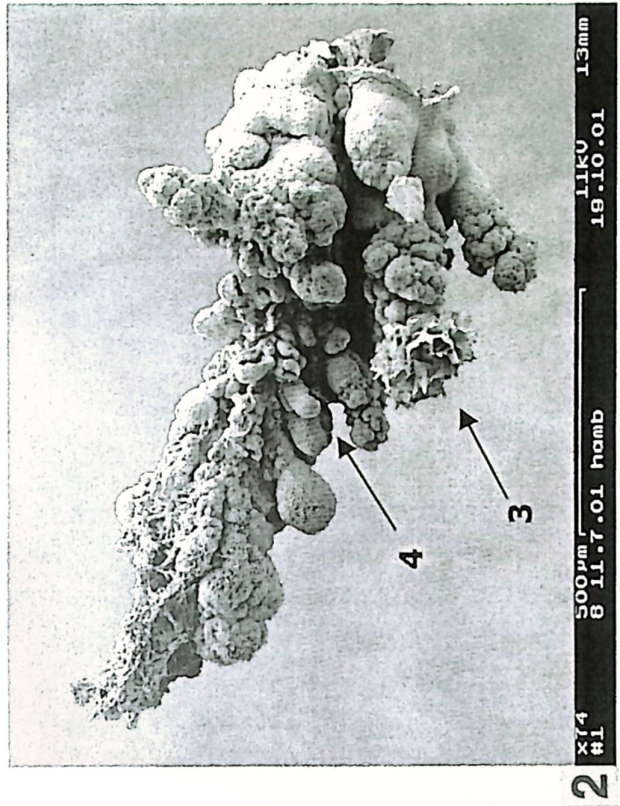
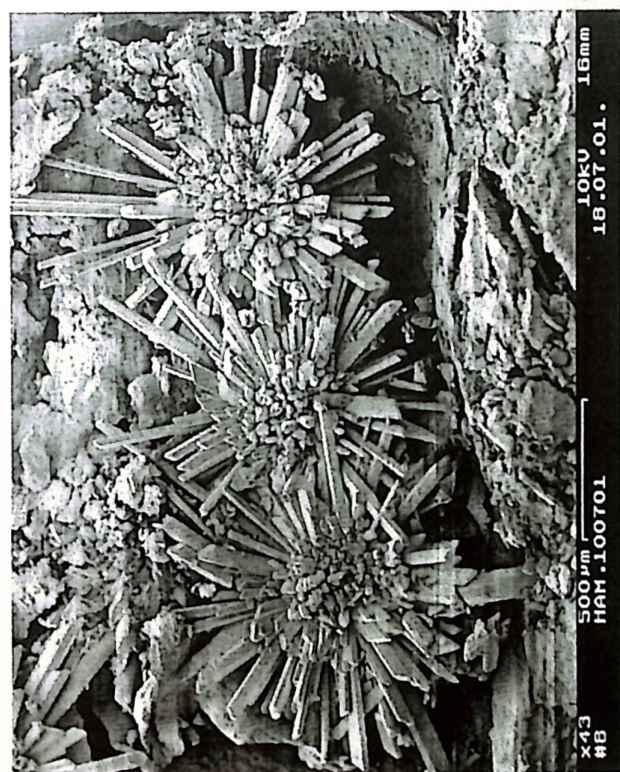


Tafel 4

Fig. 1: Rosetten von Gipskristallen auf einem Stück Braunkohle.

Fig. 2: Bei schwacher Vergrößerung knollig-vegetarisch aussehende Abscheidung oxidischer Mangan(IV)-Minerale auf der Innenwand einer hohlen Limonitknolle.

Fig. 3 und 4: Die in Fig. 2 gekennzeichneten Bezirke bei höheren Vergrößerungen. Welche Wachstumsform zu welchem Mineral gehört (Ranciéit bzw. Todorokit) oder ob die groß- und kleinblättrigen Gebilde zu ein und demselben Mineral gehören, ist unklar. Laut Röntgen-Pulverdiagramm liegen beide Mineralspezies nebeneinander vor.



Tafel 5

Fig. 1: Ein Blättchen des Manganminerals von Tafel T4, Fig. 3 bei hoher Vergrößerung. Man erkennt, daß band- und faserförmige Subindividuen vorhanden sind.

Fig 2: Isolierte, in Lignitmatrix gewachsene idiomorphe Quarzkristalle.

