PHILIPPIA	12/2	S. 147-181	36 Abb./2 Tab.	Kassel 2005

Hans-Joachim Gregor
(mit Beiträgen von N. Micklich, V. Oschkinis, U. Thewalt, & N. Vavra)

Pflanzen und Tiere aus den eozänen Braunkohlen des Untertagebaues Stolzenbach bei Kassel

(PreußenElektra, Niederhessen)

Abstract
The Stolzenbach pit underground the Borken Lignite area (Kassel) yielded many plant remains from leaves and diaspores, but also animal remains.. We have a composition of conifers *(Doliostrobus)*, laurels *(Laurophyllum)*, Hamamelidaceae (*Steinhauera*) in a paratropical rainforest (in clays), but also reedfacies with Nymphaeaceae and Cyperaceae *(Cladiocarya)* in coals. The swamp facies is dominated by Theaceae *(Eurya stigmosa)*. Animals like crocodiles, turtles and fishes, but also a *Lophiodon* cf. *cuvieri* was found in the Stolzenbach mine. The age of the deposit surely is Eocene; in relation to other fossil sites like Geiseltal, Messel, Stare Sedlo or Weißelster-basin we assume a middle to upper Eocene age, confirmed by palynological records nearby.

Zusammenfassung
Aus dem Untertagebau Stolzenbach im Borkener Braunkohlenrevier (Bez. Kassel) werden Pflanzenreste (Blätter und Diasporen) beschrieben, tierische Reste erwähnt sowie chemisch-physikalischen Besonderheiten dargestellt (Bernstein, Elementverteilung).

Auffällig ist die Dominanz der Konifere *Doliostrobus taxiformis* und von Lorbeergewächsen sowie des Zaubernussgewächses *Steinhauera subglobosa* in einem paratropischen Regenwald. Das massenhafte Vorkommen von *Cladiocarya europaea* weist u.a. auf eine Riedfazies hin. Schildkröten, Krokodile, Säugetiere und Fische, aber auch Insekten belebten den Sumpfwald.

Inhalt

1. Einleitung 149
2. Geologie und Fundumstände (V. OSCHKINIS) 149
2.1 Tiefbau Stolzenbach (V. OSCHKINIS) 150
2.2 Hessische Braunkohlen 152
3. Die fossilen Pilze, Pflanzen, und Tiere 154
3.1 Fungi – Pilze 154
3.2 Pteridophyta – Farne 154
3.3 Gymnospermae – Nacktsamer 154
3.4 Angiospermae – Bedecktsamer 156
3.5 Animalia – Tiere 165
3.5.1 Insecta – Insekten 165
3.5.2 Vertebrata – Wirbeltiere 165
4 Paläoökologie, Paläoklima und Stratigraphie 167
4.1 Klima 167
4.2 Komposition 168
4.3 Fazies 169
4.4 Florenvergleich 170
4.5 Stratigraphie 171
5 Chemisch-physikalische Analysen 173
5.1 Mineralgehalt (THEWALT) 173
5.2 EDX-Analyse 174
5.3 Bernsteinanalyse (N. VAVRA) 175
Danksagung 178
Literatur 178

August – Wetzler – Medaille für besondere Verdienste in der Wissenschaft, 2005 verliehen an:

Herrn Victor Oschkinis aus Borken

Herr Viktor Oschkinis (geb. 31.1.1935) war von Frühjahr 1965 bis Frühjahr 1989 bei der PreussenElektra in Borken als Reviersteiger beschäftigt. Ab Herbst 1968 arbeitete er im Braunkohlen-Tiefbau Stolzenbach – und machte dort die ersten Fossilfunde.
Herr Oschkinis ist nicht nur ein begeisterter Fossil- und Naturfreund, sondern auch ein hervorragender Beobachter. Seine Funde wurden ja untertage gemacht, im Dunkel der Stollen, im matten Licht der Azetylenlampen und mit Staub in den Augen – eine wahre wissenschaftliche Leistung.
Herr Oschkinis hat jederzeit seine in den Kohlen und Tonen von Stolzenbach gefundenen Fossilien (Schildkröten, Fische, Früchte und Samen, Blätter, Bernstein) der Wissenschaft zugänglich gemacht und den Wissenschaftlern zur Auswertung überlassen.
Ich freue mich (Unterzeichneter Gregor), dass ich den paläophytologischen Teil der Funde zur wissenschaftlichen Bearbeitung bekommen habe und so ist einer der bedeutendsten Floren und Faunenkomplexe Europas wissenschaftlich bearbeitet, dokumentarisch belegt und untergebracht und als Komplex im Museum in Kassel ausgestellt und magaziniert.
Ich habe Herrn Oschkinis als bescheidenen, interessierten und unglaublich gut beobachtenden Menschen kennengelernt, der die ihm verliehene August-Wetzler-Medaille für besondere Verdienste in der Wissenschaft mit Stolz tragen darf.

Glückauf

Kassel, den 27.2.2005

Kreisheimatpfleger
Josef Weizenegger
Heimatmuseum Günzburg

Dr. J. Fichter, Naturkunde-
Museum Kassel Ottoneum

Dr. Hans-Joachim Gregor
Palaeo-Bavarian-Geological
Survey, Olching





oben, Abb. 1a: Urkunde zur August-Wetzler-Medaille für Herrn Oschkinis

rechts, Abb. 1b: August-Wetzler-Medaille für Herrn Oschkinis

1. Einleitung

1986 wurde durch Vermittlung von Kollegen Dr. J. Fichter (Ottoneum Kassel) eozänes Floren- und Faunenmaterial aus dem Borkener Braunkohlenrevier (Bez. Kassel) zur Bearbeitung zur Verfügung gestellt. Es war von Autor V. Oschkinis (Borken) seit mehreren Jahren untertage gesammelt worden

Da es, bedingt durch Unverständnis der damaligen Leiterin des Museums in Borken, leider nicht möglich war, die Fossilien im dortigen Museum unterzubringen, hat Herr Oschkinis seine Funde nach Kassel gegeben. Der Verbleib der Fossilien ist also im Naturkundemuseum Kassel (Ottoneum).

Herr Viktor Oschkinis bekam 2005 die August-Wetzler-Medaille (Abb. 1) für seine Verdienste um die Wissenschaft und Sammlung unter besonderen Bedingungen.

Zu Ehren von Herrn V. Oschkinis hat SCHLEICH (1994a) von Stolzenbach die fossile Schildkrötenart *Borkenia oschkinisi* aufgestellt (Abb. 2).

Ab Frühjahr 1968 war Autor OSCHKINIS im Braunkohlentiefbau Stolzenbach tätig. Er kam aus dem Steinkohlebergbau und so haben die Fossilien aus dem Nebengestein der Kohleflöze sein Interesse für die damalige Pflanzenwelt geweckt.

Die Bedeutung der Stolzenbacher Fundstelle liegt in zwei Punkten: erstens in der besonderen Komposition der Flora und Fauna der Nordhessischen Braunkohle und zweitens in der isolierten Lage des Fundortes in Deutschland.

Wir haben zwar auf dem Gebiet der ehemaligen DDR eozäne Braunkohlen (Geiseltal, Weißelster-Becken), in Westdeutschland außer der berühmten Fundstelle Messel (die aber eine völlig andere Umwelt darstellt) oder der Braunschweiger Braunkohlen (echte Kohle) oder dem Eckfelder Maar in der Eifel keine weiteren terrestrischen Eozänvorkommen der Art von Stolzenbach. Die tschechische Stare-Sedlo-Folge und die englischen Londonton-Vorkommen zeigen ein anderes Gepräge als die hessichen Befunde. Wichtig erscheint, dass zwei Faziesbereiche (Kohle und Ton) in die Untersuchungen mit einbezogen werden können.



Abb. 2: Schildkrötenpanzer von Stolzenbach *(Borkenia oschkenisi)*

2. Geologie und Fundumstände (V. OSCHKINIS)

Der Untertagebau Stolzenbach liegt südlich Kassel im Borkener Braunkohlenrevier, welches durch PreußenElektra abgebaut wurde (Abb. 3).

Zur allgemeinen geologischen Situation im Kasseler Braunkohlenrevier (Abb. 4) sei kurz auf die umfassenden Arbeiten von STECKHAN 1952, UDLUFT & LANG 1959, PFLUG 1957, 1966, RITZKOWSKI & RÖSING 1977 und vor allem KLEIN-REESINK 1984 verwiesen. Die oligomiozänen Braunkohlen der Hessischen Senke sind bis jetzt bedeutend besser untersucht als die älteren eozänen Schichten des Altenburger Gebietes (vgl. KLEIN-REESINK, RIEGEL & SCHAUB 1982 und RITZKOWSKI 1969 und BROSIUS et al. 1959).

Palynologisch wird die Kohle in das „Borkener Bild“ eingehängt (Abb. 6, PFLUG 1957, SITTLER 1965), wobei ein mehrfacher Wechsel von Seeablagerungen, offenen Mooren und Bruchwäldern vermutet wird (RITZKOWSKI 1969: 71). Auch die berühmte Fundstelle Messel zeigt ein ähnliches Bild (THIELE-PFEIFFER 1988).

BECKER & KULICK sind 1999 auf das Tertiär des Blattes Altmorschen eingegangen und stellen

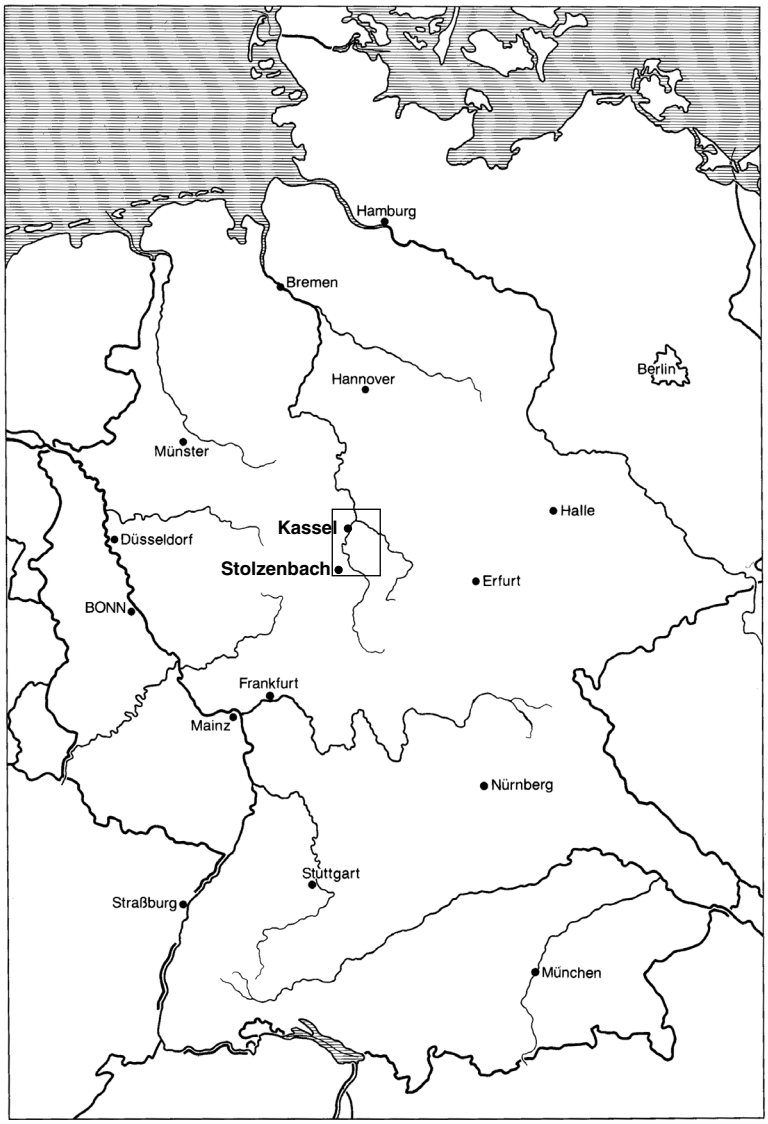


Abb. 3: Geographische Lage von Stolzenbach bei Borken südlich Kassel auf der Deutschland-Karte

die Borkener Flözgruppe ins Mittel-Eozän, das dem „Borkener Bild“ mit hohem Pollenanteil bei den Pollenspektren entspricht.

2.1 Tiefbau Stolzenbach (V. OSCHKINIS)

Der Braunkohlentiefbau Stolzenbach (Abb. 5) liegt südlich von Borken. Die Schachtanlage befand sich am Ortsrand der Ortschaft Stolzenbach.

Das Hauptflöz liegt in einer mittleren Mächtigkeit von ca. 6 m an. Die durchschnittliche Mächtigkeit des Deckgebirges beträgt ca. 80 m. Bis zu 2 Oberflöze werden durch den Bruchbau aufgeschlossen. Das Zwischenmittel zwischen den Flözen besteht aus Letten oder aus hellem, massigem Ton. Nur in kleineren Bereichen wird die Kohle von einer dünnen Tonschicht (einige cm) und darüber Sand überlagert (vgl. Abb. 6).

Abgebaut wurde das Kohleflöz im Bruchbauverfahren mittels Abbaustrecken oder Streifen.

1961 hatte man sogar Reste eines Tapir-Verwandten aus einer Lettenschicht geborgen (*Lophiodon* cf. *cuvieri*., vgl. TOBIEN 1961), was stratigraphisch auf Mittel-Eozän im Untertagebau Stolzenbach hindeutet.

Ab 1984 wurde im Nordfeld die Kohle auch am Rande einer anormalen Flözausbildung abgebaut. Aus den über Tage niedergebrachten Bohrungen war bekannt, dass in diesem Feldesteil die Flözmächtigkeit bis auf unter 2 m abnimmt. Abgebaut wurde das Flöz ab einer Mächtigkeit von 2,50 m.
Die Kohle zeigte partiell deutliche Schichtung. Die Mächtigkeit dieser Schicht betrug bis ca. 2 m, darüber folgte weißer, sandiger Ton. Der Abstand von einer Flözmächtigkeit von 2,50 m bis zur normalen Flözmächtigkeit von ca. 6 m betrug etwa 25 m.

In diesem Fundbereich konnte Autor OSCHKINIS 1984-1987 zahlreiche pflanzliche und tierische Fossilien aus dieser Schicht bergen. Die fossilen Pflanzen waren inkohlt und gut erhalten. Einige Blätter zeigten im bergfrischen

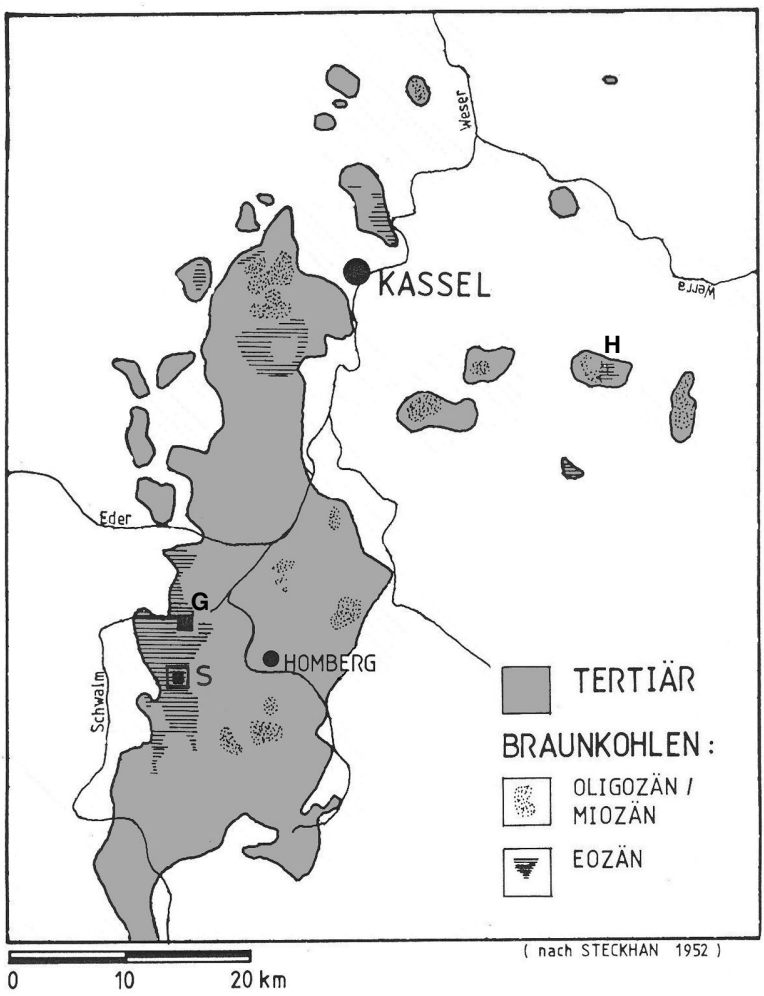


Abb. 4: Geologische Karte der Hessischen Senke mit Angabe der Tagebaugebiete Paradiesfeld/Hirschberg (H), Gombeth (G) und Stolzenbach (S)



Abb. 5: Streckenvortrieb im Untertagebau Stolzenbach mit Steiger vor Ort

Zustand noch Farben: grün, braun und gelb. Leider lagen Blätter und andere Pflanzenreste nicht auf Schicht- und Spaltflächen. Sie waren mehr oder minder unregelmäßig im Ton eingelagert.

Im November 1987 fielen Autor OSCHKINIS bei der Befahrung eines Streifenvortriebes im Nordfeld zwei auf dem Fördermittel liegende Kohlestücke durch zahlreiche im Schein der Kopflampe glitzernde Punkte auf. Bei näherer Betrachtung der Kohlestücke konnte festgestellt werden, dass kleine Harzstücke das Glitzern verursacht hatten.
Auf Bruchflächen dieser Kohlestücke fanden sich außer den Harzstückchen (bis 5 mm Ø) zahlreiche Insektenkokonreste und viele kleine Pflanzenreste.

Am folgenden Tag suchte der Autor ohne Erfolg im Streifenvortrieb nach der Kohleschicht mit den zahlreichen Harzstücken. Das Flöz war normal ausgebildet. Über einer 1,80 m mächtigen Schicht von heller, massiger Kohle folgte schwarze, geschichtete Kohle bis zur Streifenhöhe von 2,50 m.

In den Jahren 1986 und 1987 wurden im Berg 2 westlich Strecken aufgefahren, die einen Feldesteil anschnitten, in dem die Kohle sehr viel Pyrit enthielt.

Auf ca. 40 m Streckenlänge fand man Fossilien, dann wurde die Vererzung der Kohle so stark, dass die Fossilien nicht mehr erkennbar waren.

Der Ton von Stolzenbach ist hell bis dunkelgrau, z.T. blätterführend, z.T. mit feinem Pflanzenhäcksel gemischt, z.T. lagig rein mit Zweigen und Blättern auf der Schichtfläche. Die Pflanzenreste, vor allem die holzigen, sind gagatisiert und fast strukturlos, bis auf Harzeinschlüsse, vor allem bei den Koniferen.

Die Braunkohle ist stückig-dicht-kompakt, z.T. mit Sandkörnchen, Harzbröckchen bzw. Bernstein (bis 5 cm groß) und einer Unmenge von Insektenkokons, ebenso Blattfetzen, welche sich zu einer mm-dicken Blattlage anreichern können.

2.2 Hessische Braunkohlen

Es liegen zwar Analysen fast aller Kohletypen der Hessischen Braunkohlen vor (KLEIN-REESINK et al. 1982, KLEIN-REESINK 1984), nicht aber von den Stolzenbacher Kohlen.

Eine kurze Einführung in die Hessischen Kohlen gibt auch PRAUSS (1986), der die eozänen Kohlen des Tgb. Gombeth als Grundwasserkohlen mit viel Humodetrinit (Attrinit und Densinit) bezeichnet.

FRIEDRICH (1978: 464) erklärt ebenfalls kurz die Kohletypen der Braunkohlenabbaue der PreußenElektra, ebenso wie KLEIN-REESINK, RIEGEL & SCHULZ (1982: 120-122), die kurz auf die eozänen Kohlen des Tgb. Gombeth eingehen und sie teilweise mit den Everglades von Florida vergleichen.

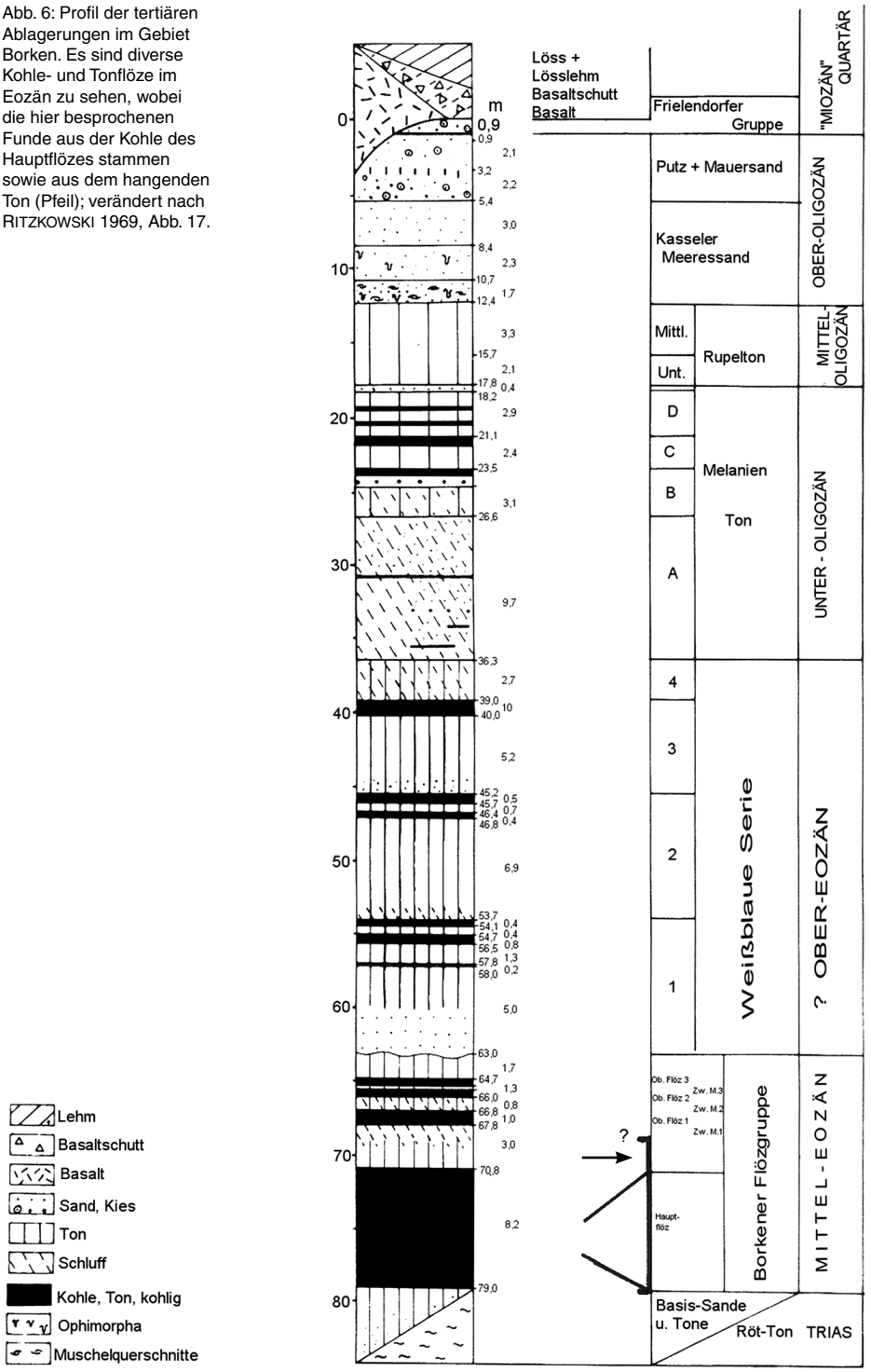


Abb. 6: Profil der tertiären Ablagerungen im Gebiet Borken. Es sind diverse Kohle- und Tonflöze im Eozän zu sehen, wobei die hier besprochenen Funde aus der Kohle des Hauptflözes stammen sowie aus dem hangenden Ton (Pfeil); verändert nach RITZKOWSKI 1969, Abb. 17.



Abb. 7: Deutlich genopptes Blatt von *Salvinia reussii*

3. Die fossilen Pilze, Pflanzen, und Tiere
Hier vergleiche man allgemein wichtige Bestimmungsliteratur wie GREGOR 1980, 1982, MAI 1970, 1976, 1987, MAI & WALTHER 1978, 1985, KNOBLOCH 1990, RÜFFLE 1976 u.a.

3.1 Fungi – Pilze
Zwei häutig-kugelige Sporenbehälter von *Phelonites lignitum* zeigen eine feinstrukturierte glatte Oberfläche mit völlig in Markasitkügelchen übergegangenen Inhalt (Sporen?), wie sie z.B. auch in der Schwandorfer Braunkohle vorkamen (GREGOR 1989b: 10).

3.2 Pteridophyta – Farne
Salviniaceae – Schwimmfarne
Diese Art des Schwimmfarns *Salvinia reussii* (Abb. 7) ist vor allem aus der Haselbacher Serie und vielen tschechischen Fundorten bekannt. Die Schwimmblätter zeigen das gleichmäßig feinmaschige Netz der Oberfläche (vgl. BUZEK et al., 1971).

3.3 Gymnospermae – Nacktsamer
Pinaceae – Kiefern
Der relativ kleine Zapfen von *Pinus thomasiana* ist abradiert, etwas asymmetrisch und leicht gekrümmt; die Apophysen sind abgebrochen und destruiert – man kann aber noch einen kleinen Mucro am Umbo erkennen. Die in der Kohle liegenden Nadeln sind für eine weitere Bestimmung der Art nicht geeignet

Taxodiaceae – Zypressengewächse
Die Art *Doliostrobus taxiformis* (Abb. 8) ist durch Zweigreste, abgerollte Zapfen, Deckschuppen und sichelförmige Blätter absolut dominant vorhanden.

Eine ausführliche Beschreibung der Reste haben MAI & WALTHER (1985: 25) vorgelegt. Die Art ist aber auch aus Haselbach, dem Weißelster-Becken und Häring in Tirol (BUTZMANN et al. 2002) bekannt.

WILDE geht (1989: 26) näher auf die Art *Doliostrobus certus* ein und vergleicht sie mit der jüngeren *Doliostrobus taxifolius* – wobei offen bleibt, ob nicht beide Arten identisch sind. Er nennt als Fundorte u.a. auch Stolzenbach und





oben, Abb. 8: *Doliostrobus taxiformis* als apikales Ende eines Ästchens

rechts, Abb. 9: Koniferenzweige (*Doliostrobus taxiformis)*

unten, Abb. 10: Zapfen von *Quasisequoia couttsiae*

Zimmerode. Hier werden die Schuppenglieder und Zweigenden beschrieben.

Nur ein einziger Rest, ein fast ganzer Zapfen, ist so typisch, dass er als Frucht der Art *Quasisequoia couttsiae* (HEER) GARDNER (Abb. 10) angesprochen werden kann – er fand sich in der Kohle von Stolzenbach vgl. KUNZMANN 1999: 57-69, Taf. X, XII, XIII). Die Gattung *Quasisequoia* wurde neu von den Autoren als SRINIVASAN & FRIIS als kreidezeitliche Verwandte der Sequoien aufgestellt. Sie ist aber heute auch im Alt- und Jungtertiär zu finden.



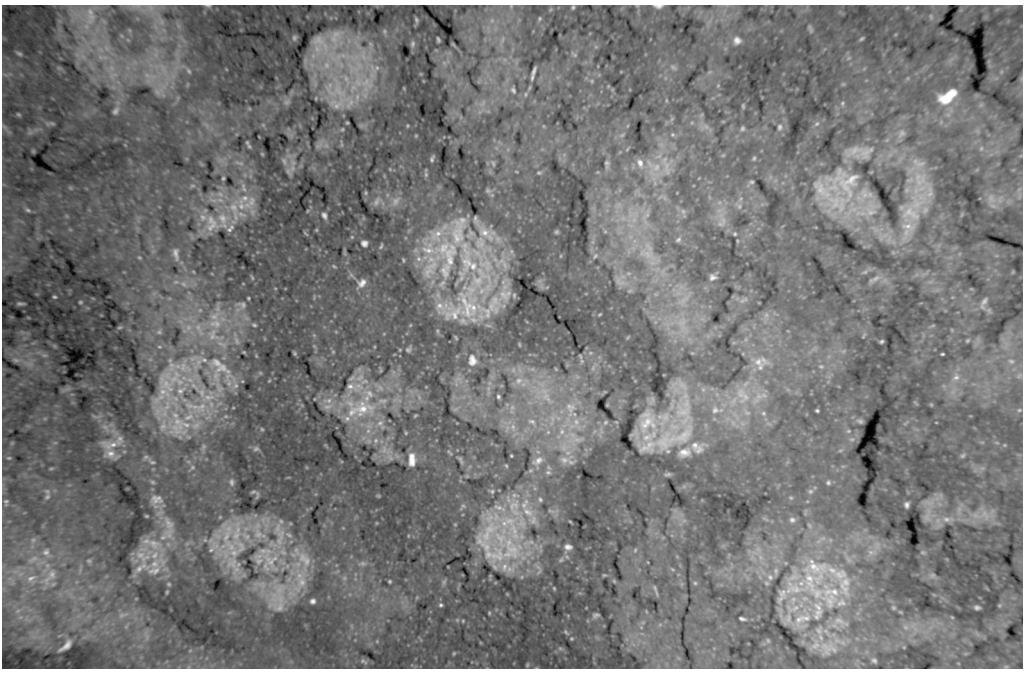


Abb. 11: Einzelne pyritisierte Endokarpien von *Cladiocarya europaea* in der Kohle

3.4 Angiospermae – Bedecktsamer

Monocotyledoneae – Einkeimblättrige
Cyperaceae – Sauergräser
Eine Unmenge vererzter (markasitisierter) Nüsschen der Art *Cladiocarya europaea* (Abb. 11) kommen in der Braunkohle von Stolzenbach vor, ähnlich in vielen Ablagerungen der ehemaligen DDR (MAI & WALTHER 1985: 129). Die stratigraphische Reichweite der Art geht vom Mitteleozän bis ins Pliozän. Hiermit ist sehr gut die Ried- und Röhrichtfazies belegt.

Arecaceae – Palmen
Sabal major (Abb. 12) kann als Charakterpflanze des Alttertiärs gelten und ist auch in Stolzenbach vertreten. Sehr schlecht erhaltene und schräg abgebrochene Strahlenzentren von Fächerblättern mit Stielrest belegen mit Sicherheit diese Palmen in Stolzenbach.
Die undeutlichen, weil verwesten Reste gestatten einen Eindruck von der Häufigkeit der Fächerpalme als Begleiter der paratropischen Vegetation zu bekommen. Es handelt sich im Gegensatz zur folgenden Art um stammbildende Palmen, wie sie auch in Häring in Tirol vorkommen. Solche Palmen lebten also vor allem im Eozän und Oligozän in Europa (vgl. MAI & WALTHER 1985, unter *Sabal raphifolia* – KNOBLOCH 1990, und BUTZMANN & GREGOR 2002)

Etwa 4 mm große Panzerfrüchte der Würgepalme *Calamus* zeigen die typisch dachziegelartig liegenden Schuppen mit parallelnervigen Brakteolen (Abb. 13). Es liegen eine ganze Reihe solcher Formen der Art *Calamus daemonorops (*oder auch *Spinophyllum daemonorops,* da stachelntragend) aus dem Ton vor (vgl. MAI & WALTHER, 1985).

Dicotyledoneae- Zweikeimblättrige
Myricaceae – Gagelgewächse
Comptonia schrankii (STERNBERG) BERRY ist die Charakterform des Eozän und Oligozän in Europa und findet sich auch in Stolzenbach in einem Exemplar

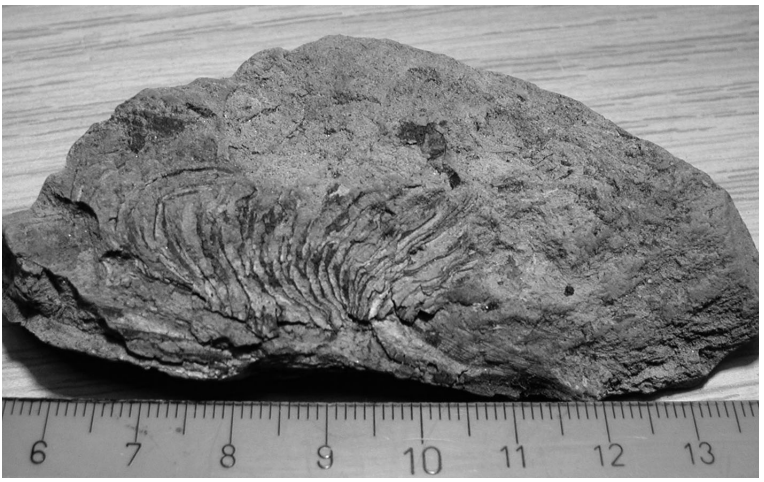


Abb. 12: Tonplatte mit seitlich liegendem Rest von *Sabal major*



Abb. 13: Einige Panzerfrüchte von *Calamus daemonorops,* der Würgepalme

Es liegt leider ein nur sehr schlecht erhaltenes fiederähnliches Blatt mit breiten Sägen vor (Abb. 14), das eindeutig mit der Art aus Häring verglichen werden kann. Im Paläogen Europas ist die Art häufig. Die Art wurde erst 1992 fälschlicherweise als *Osmunda*-Rest mitgeteilt, gehört aber eindeutig zu *Comptonia schrankii* (inzwischen liegt aber ein neues eindeutiges Fiederchen vor, das eindeutig zu den Farnen gehört).

Die Petiole ist kurz, das Blatt länglich lanzettlich, die Blattspreiten fiederteilig, die Basis asymmetrisch in den Stiel übergehend. Die Fiederlappen sind nach vorne gebogen, basal und apikal gegenständig, in der Blattmitte wechselständig; die Buchten sind tief eingeschnitten.

In Häring fanden sich zahlreiche Exemplare dieser Art im Oligozän (BUTZMANN & GREGOR 2002) – sie kommt dort mit *Myrica* und *Zizy-*



Abb. 14: *Comptonia schrankii,* ein Einzelblatt

phus zusammen vor, Formen, die in Stolzenbach fehlen.
Comptonia schrankii findet sich im gesamten Paläogen Eurasiens und ist in 13 synonymen Bezeichnungen miteingegangen. (vgl. z.B. unter *Dryandra dryandraefolia, Osmunda lignitum, Asplenium sternbergii* u.a. bei MAI 1995: 207). Im Neogen findet sich dann die *Comptonia acutiloba.*

Juglandaceae – Walnussgewächse
Die länglich-schmalen, leicht gesägten Blätter müssen nach morphologischen Eigenschaften zu *„Engelhardia" orsbergensis* gestellt werden. Beschrieben wurden Blätter dieser Art aus der mittel-oligozänen Haselbacher Serie dem Mittel-Miozän von Berzdorf bei Görlitz und aus den marinen ober-oligozänen Sedimenten des Linzer Raumes (JÄHNICHEN et al. 1977, 1988, KOVAR 1982,). Die generische Umbenennung von *Engelhardia orsbergensis* zu *Palaeocarya orsbergensis* ist verwirrend und wurde bereits bei BUTZMANN & GREGOR (2002: 29) kritisiert. Aus nomenklatorischen Gründen muss aber das Taxon nun *Palaeocarya* genannt werden.

WILDE nennt die Blätter nur „Juglandaceae, Formenkreis 1 und 2", ohne sich weiter zur systematischen Lage zu äußern (1989).

Lauraceae – Lorbeergewächse
Einige Blätter sind eindeutig mit *Laurophyllum pseudoprinceps* zu vergleichen, der häufigsten subtropisch geprägten Lorbeerform des Alttertiärs.
Verschiedene Arten wurden von MAI & WALTHER (1985: 33, 39-46) mitgeteilt, darunter auch die oben genannte Art.
WILDE hat (1989: 42-46,50) eine Reihe von Arten aus Messel genannt und kutikularanalytisch untersucht. Viele Blätter von Stolzenbach können aufgrund schlechter Erhaltung nur als „lauroid" bestimmt werden.
Von Stare Sedlo stammen viele weitere Befunde von *Laurophyllum* (vgl. KNOBLOCH et al. 1996: 42-53). In Häring fand sich die *Laurophyl-*

lum medimontanum ein, eine weitere der vielen Arten (BUTZMANN & GREGOR 2002: 32, Taf. 11, Fig. 9, siehe dort auch weitere Literatur).

Ein einzelnes vorliegendes Blatt (Abb. 15) birgt ein Problem in sich, da zwar die Morphologie mit der Art *Daphnogene cinnamomea* übereinstimmt, nicht aber die Nervatur, welche zwar deutliche Sekundärnerven zeigt, aber statt 2 kurz aufeinanderfolgend nochmals 2. Im Moment ist keine andere Zuordnung des Fossils möglich, wohingegen einige andere Blätter eindeutig dieser Art zuzuordnen sind.
Bei WILDE (1989: 47-51) finden sich einige vergleichbare Arten der Gattung. Eine eindeutige Zuordnung ist wegen der Seltenheit des fossilen Materials von Stolzenbach nicht gegeben (vgl. MAI & WALTHER 1985: 37 und KNOBLOCH et al. 1996: 37).
Ein Blattrest dieser Gattung weist einen grünen Schimmer auf (Abb.15), wie es z.T. auch im Geiseltal vorkommt – es handelt sich möglicherweise um Reste des Chlorophylls (vgl. DILCHER 1967).Bei der Papier-Chromatographie der grünen Blätter wurden folgende Stoffe aufgefunden: Phäophytin a und Chlorophyllid a. Diese zwei Stoffe sind Derivate der durch Chlorophyllase zersetzten Chlorphyll-Moleküle. Normalerweise werden durch Reduktion und Dekarboxylierung stabilere Porphyrine erzeugt, wie sie normalerweise in Kohle und Erdöl vorkommen.

Buxaceae – Buchsbaumgewächse
Wie schon festgestellt wurde, hat ein Blatt aus Häring große Ähnlichkeit mit *Buxus egeriana* KVACEK, BUZEK &. HOLY (1982: 362-371) aus dem Ober-Oligozän von Linz (KOVAR 1962: 86) – ebenso wie unseres aus Stolzenbach.
Die Blattform ist oblong und in der Textur derb. Nervatur camptodrom, Mittelnerv im Vergleich zur Blattgröße stark, dichte über das gesamte

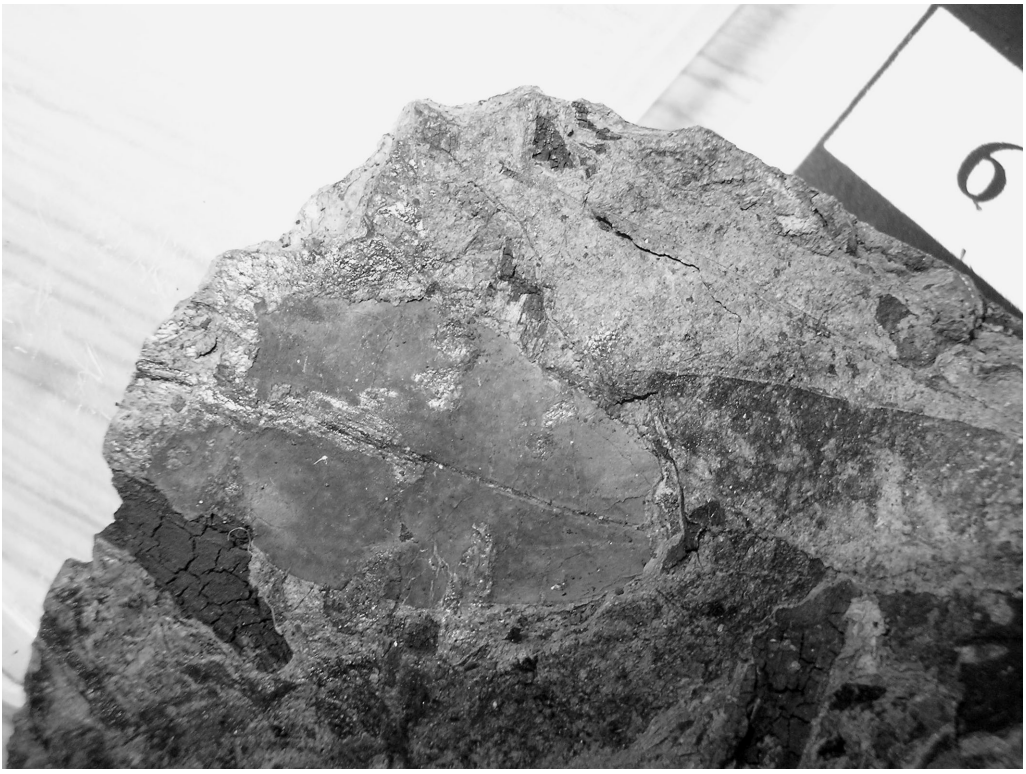


Abb. 15: Grünes Blatt, wohl noch mit Resten von Chlorophyll (*Daphnogene* sp.)



Abb. 16: Fruchtstände der häufigen *Steinhauera subglobosa*

Blatt zart verlaufende Sekundärnerven. Buxus-Funde sind bisher im Eozän selten, häufiger im Oligozän (BUTZMANN & GREGOR 2002).

Cabombaceae – Seerosengewächse

1976 hat MAI aus dem Geiseltal Samen von *Brasenia* cf. *teumeri* KIRCHH. (S. 108, Taf. 3, Fig. 1-4) beschrieben, welche sich von der jüngeren *B. victoria* (CASP.) WEBERB. unterscheidet.

Ein winziger Rest von Stolzenbach hat eine rundliche Keimöffnung (Deckel verloren?) und eine glatte Oberfläche, ist aber durch Markasiteinfluss so umstrukturiert, dass eine sichere Bestimmung nicht mehr möglich erscheint. Auch die aus dem Oligozän beschriebene *Dusembaya turgaica* (DOROF.) DOROF. (vgl. MAI & WALTHER 1978: 46) ist hier nicht ganz auszuschließen. Sicher ist indes, dass Seerosen auf dem sumpfigen Wasser vor mehr als 40 Jahrmillionen herumschwammen.

Altingiaceae – Amberbaumverwandte

Die kugeligen Fruchtstände von *Steinhauera subglobosa* (Abb. 16) sind sehr schlecht erhalten und bestehen meist aus 10-30 verwachsenen Einzelfrüchten. Die septizide und loculizide Dehiszenz der Kapselfrüchte, die im Rezeptakulum eingesenkt liegen, ist typisch und auch beim rezenten Amberbaum (*Liquidambar styraciflua*, Nordamerika und *L. orientalis*, Balkan) vorhanden. Samen haben sich bisher niemals gefunden, da sie ausfällig sind.

Die Fruchtstände können im ersten Moment mit solchen von *Liquidambar europaea* (MAI & WALTHER 1978: 54-56, Taf. 18, Fig. 17; 1985:

53) verwechselt werden, sind aber durch die rundlichen und kurzen Köcher der Endokarpien gekennzeichnet (MAI 1968: 190).
Die Art ist eine typische Eozän-Leitform und kommt im Oligozän nicht mehr vor (KNOBLOCH et al. 1996: 54). Nach freundl. briefl. Mitt. des Kollegen Z. KVACEK (Prag) sind Blätter von *Steinhauera* bisher unbekannt. Einige dreilappige Blätter von *„Sterculia labrusca"* aus dem Geiseltal (RÜFFLE et al. 1976) zeigen Merkmale, die für die Altingiaceen sprechen könnten.
Es würde also bereits alles gut zusammenpassen – Früchte, Bernstein und nun die Blätter (siehe unten bei Sterculiaceen).

Fagaceae – Buchengewächse
Ein großes Blatt der Art *Quercus neriifolia* (MAI & WALTHER 1985: 70) gehört aufgrund des Blattrandes und der Nervatur zu dieser Art. Die Eichen sind typische Bestandteile früherer Lorbeerwälder und auch rezenter Regenwälder – meist mit glattrandigen Blättern.

Das Blatt von *Eotrigonobalanus (Dryophyllum) furcinerve* (KVACEK & WALTHER 1989) ist nur halb erhalten und zeigt linksrandig den typischen gezähnten Rand, allerdings sind die Nerven nicht so typisch gerade bei der Sekundärnervatur wie es normalerweise bei *Dryophyllum*-Arten ist (vgl. MAI & WALTHER 1985: 61-69). Es wäre für Stolzenbach der erste Hinweis auf die sonst im Eozän sehr häufige Gattung, die heute *Eotrigonobalanus* genannt wird (KNOBLOCH et al. 1996: 58). Warum in Stolzenbach diese Reste selten sind, bleibt unklar.
Die Art ist in Häring auch selten, aber vor allem im Oligozän sonst recht häufig (BUTZMANN & GREGOR 2002: 30).

Theaceae – Teegewächse
Gordonia minima, ein Teegewächs, ist mit nur einer Kapsel in Stolzenbach vertreten – sie ist z.T. aufgeplatzt und destruiert und zeigt 2 Fächer von vorne, wobei unklar ist, wie viele noch dahinter liegen. Von der Größe her kommt nur *G. minima* (bis 7 mm Länge) in Frage; die verwandten *Polyspora truncata* (CHANDLER) GREGOR und *P. ovata* MAI (in MAI & WALTHER 1985: 77, Taf. 20, Fig. 1-7, 17) haben größere Kapseln.

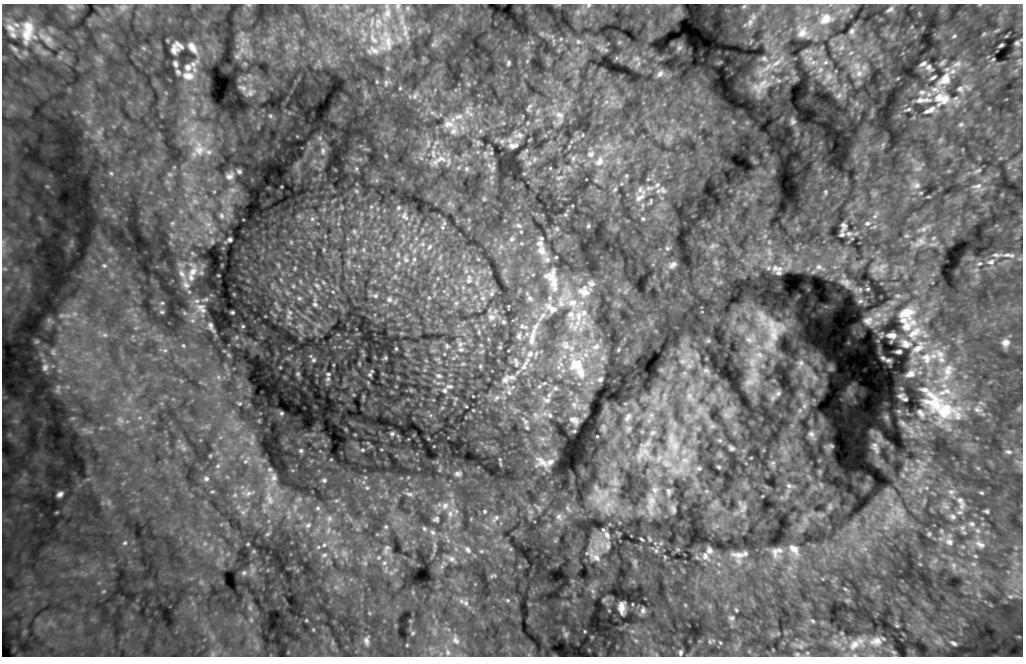


Abb. 17: *Eurya stigmosa* in der Kohle mit weiterem unbestimmtem Samen

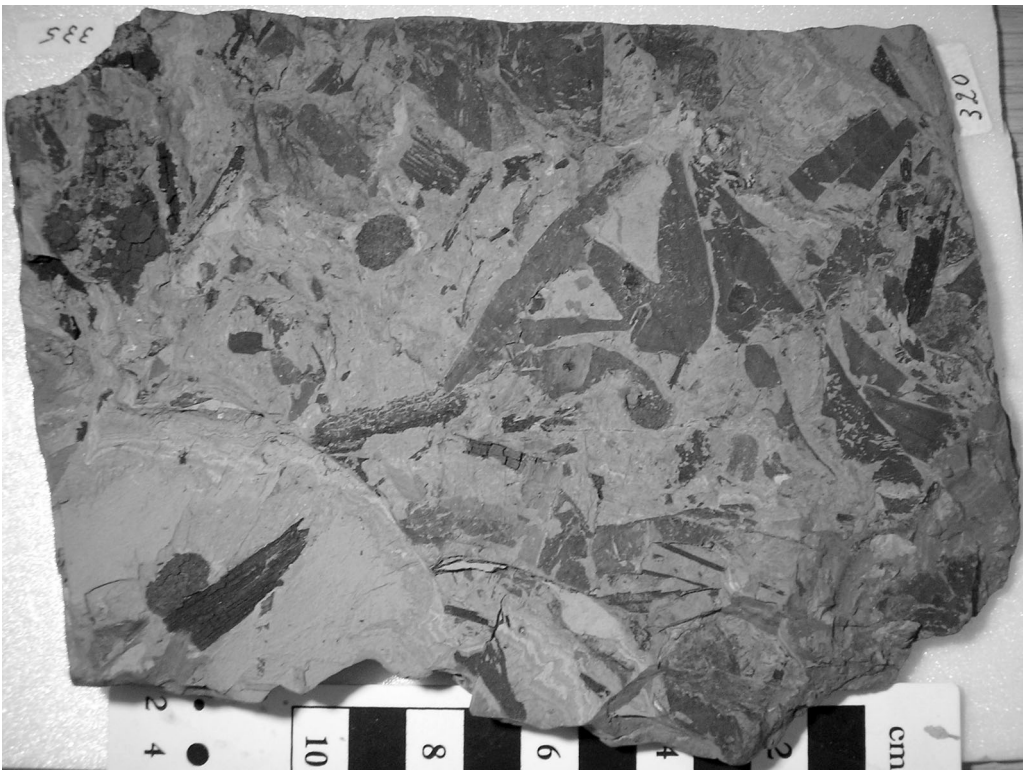


Abb. 18: Große Tonplatte mit Blattrest von *Sterculia labrusca* und vielen weiteren Blattresten

Leider sind weder die Außenflächen der Kapseln (Furchen, Runzeln?) noch die Columella sehr deutlich zu sehen, da die Exemplare stark gagatisiert bzw. nur im Abdruck erhalten sind.

Es liegen weitere Teegewächse vor, wobei beim Material von Stolzenbach wohl nur zwei Vergleichsarten in Frage kommen: *Eurya dubia* (CHANDLER) MAI und *Eurya stigmosa* (LUDWIG) MAI (vgl. hier Abb. 17 und MAI & WALTHER 1985: 74-75). Beide Arten sind aus dem Paläogen des Weißelster-Gebietes, von England, aus der ehemaligen DDR und dem Miozän Europas bekannt. Die Art *E. stigmosa* ist nach der monographischen Bearbeitung von MAI (1970) noch weiter zu untersuchen, ebenso wie neue, soeben gefundene Exemplare aus Stolzenbach. Sie gehören sicher zur recht großsamigen Art *Eurya stigmosa*, die eine Sammelart darstellt.

Sterculiaceae – Kakaogewächse

Das dreilappige Blatt von *Sterculia labrusca* (Abb. 18) ist etwa 4 cm lang und mit den Arten aus dem Mitteleozän und Oberoligozän (Sotzka, Mosel) zu vergleichen (RÜFFLE 1976: 365).

Früchte der Gattung haben MAI & WALTHER (1985: 91) aus dem Weißelster-Becken mitgeteilt, wobei eine Zuordnung zu *Steinhauera subglobosa,* die in Stolzenbach ja häufig ist, aufgrund parazytischer Stomata immer wahrscheinlicher wird (freundl. mündl. Mitt. Z. KVACEK, Prag). Wir hätten dann keine Sterculiacee, sondern eine Hamamelidacee vorliegen, welche auch durch den Bernstein dokumentiert ist.

Myrtaceae – Myrtengewächse

Einige kleine Blättchen zeigen die gerunzelte Epidermis von *Rhodomyrtophyllum sinuatum*, aber kaum Sekundärnerven – auch die apikale



Abb. 19: *Thymelaeaspermum bournense* von der Seite

Einziehung ist deutlich sichtbar (MAI & WALTHER 1985: Bild 5-10, 17, 20 und Rüffle & Jähnichen 1976). WILDE fand die Art auch in Messel (1989: 73).

Thymelaeaceae – Seidelbastgewächse
Die seltsam zugespitzten Samen der Seidelbastverwandten *Thymelaeaspermum bournense* (Abb. 19) zeichnen sich durch den langen röhrenförmigen Fortsatz bei der Chalaza aus, ein typisches Merkmal bei dieser Art. Sie kommt in England vor (Eozän, CHANDLER 1963: 113) sowie in Espenhain und Dölau (MAI & WALTHER 1985: 96)

Mastixiaceae – Mastixverwandte
Im Stolzenbacher Material fand sich ein Rest, der nach Reinigung mit Peroxid nun eindeutig als der erste Nachweis einer Mastixiacee in Stolzenbach geführt werden kann – *Retinomastixia glandulosa* (Abb. 20). Typisch sind die Harzkörner im Inneren des Steinkerns Abb. 20).
Die fossile Art ist aus England (Hordle, Hants) bekannt, vom Orsberg und vom Weißelster-Becken (CHANDLER 1961:142, GREGOR 1978: 146 und MAI & WALTHER 1985: 114).

Rutaceae – Rautengewächse
Rutaspermum ornatum (CHANDLER) MAI – ein typisches eozänes tropisches Element (Abb. 21) ist schon mit anderen Arten aus Kreideab-

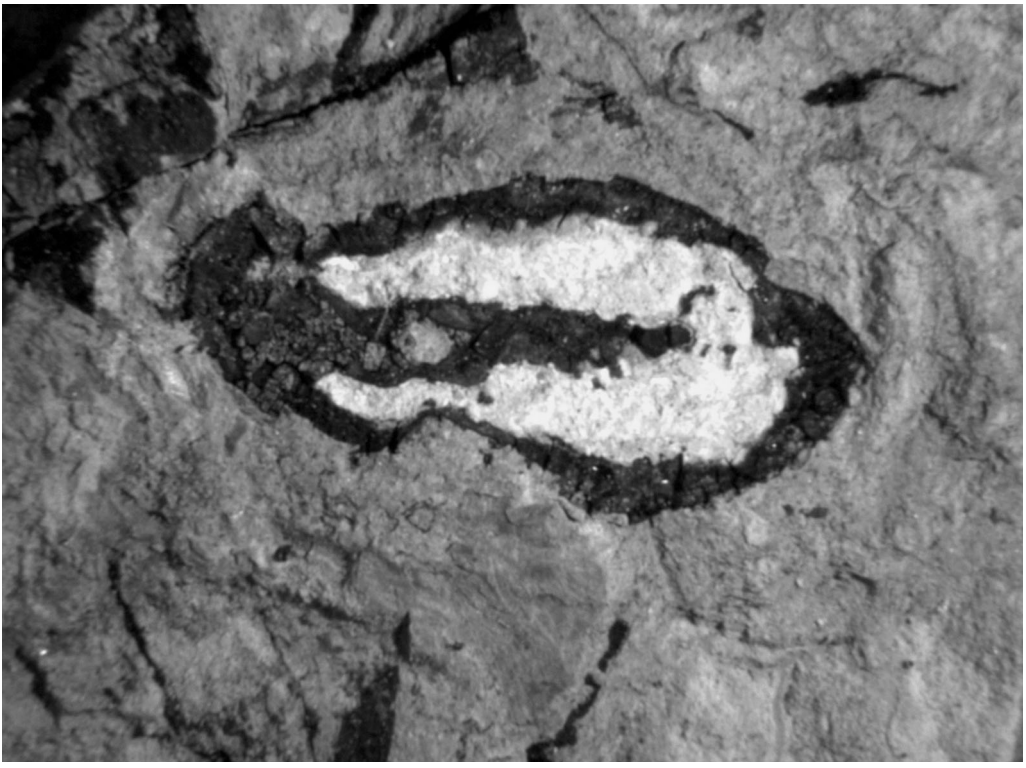


Abb. 20: *Retinomastixia glandulosa* mit deutlichen Harzkörnern in der Wand des Endokarps



Abb. 21: Mehrere Samen von *Rutaspermum ornatum* im Überblick

lagerungen bekannt und geht mit dem japanischen Pfeffer *(Zanthoxylum ailanthiforme)* mit in heutige Zeiten (GREGOR 1989a).
Die Art ist überaus häufig im englischen (Ober-) Eozän (Hordle z.B.), wobei eine ganze Reihe verwandter Begleitformen (Rutaceae) auftreten.
Die großen schiffchenförmigen Samen haben eine längsriefige Oberfläche und ein gerades Hilum. Von Stolzenbach liegen nun eine Reihe von Belegen vor – damit ein Erstnachweis im hessischen Paläogen. *Rutaspermum ornatum* ist im Geiseltal aus den Tagebauen Cecilie, Leonhardt und Neumark-Süd bekannt – welche alle mitteleozäne Kohlen aufweisen.

Nyssaceae – Tupeloverwandte
Nyssa altenburgensis, eine häufige Art im jüngeren Paläogen Europas, fand sich in Häring (BUTZMANN & GREGOR 2002: 39, Taf. 13, Fig. 5,6) und der mittel-oligozänen Haselbacher Serie (MAI & WALTHER 1978: 115). Die Gattung hat alle ihre Arten heute in Sumpfgebieten, überfluteten Auwäldern oder anderen feuchten Gebieten, ist also ein klassisches Feuchtelement im Tertiär. In Messel fand WILDE ebenfalls eine Nyssa sp. (1989: 74).

?Apocynaceae – Hundsgiftgewächse
Die variablen Blätter von *Apocynophyllum helveticum* (Abb. 22) zeichnen sich durch einige Besonderheiten aus. Die Art ist im Obereozän bis Untermiozän verbreitet – ist aber systematisch leider nicht gut zugeordnet. Morphologisch hat das Blatt sehr große Ähnlichkeit mit *Nerium oleander*, dem Oleander aus Indien – ohne dass man dies beweisen könnte.
Die Blätter sind lineal-lanzettlich bis oval-lanzettlich mit zugespitzem Apex und ungezähntem Rand.
Die Sekundärnerven verlaufen bis fast an den Rand und biegen dann in den nächsten folgenden Sekundärnerv, wodurch sich ein Randsaum bildet. Die Nervatur ist camtodrom.
Es gibt eine große Anzahl alter Arten, die heute alle zur vorliegenden gezählt werden (A. *Häringianum, A. parvifolium, A. alyxiaefolium etc.,* ETTINGSHAUSEN 1853).
Die Morphologie der Blätter deckt sich mit der Beschreibung von MAI & WALTHER (1978: 128, 129) über das Vorkommen der Art in der oligozänen Haselbacher Serie.

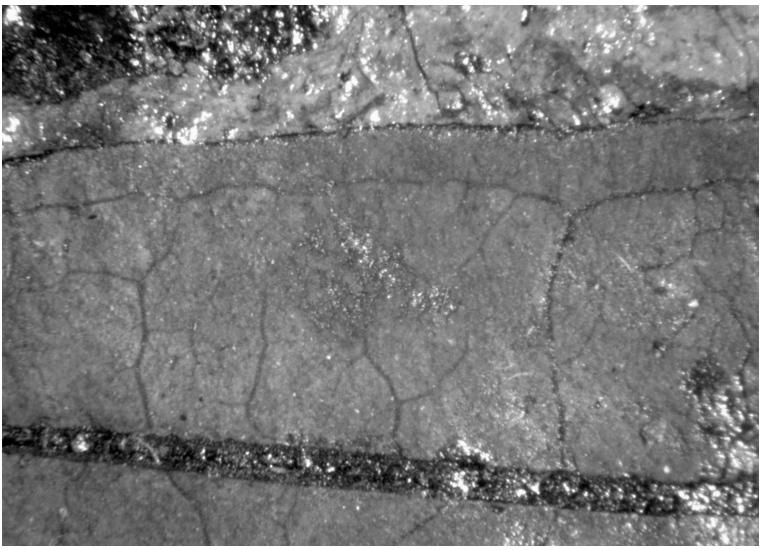


Abb. 22: Ausschnitt aus *Apocynophyllum helveticum*-Blatt mit typisch glattrandiger Schlingennervatur

Die Mikroflora

War das palynologische Spektrum der eozänen Kohlen des „Borkener Bildes“ bereits von PFLUG (1957) beschrieben und von SITTLER (1965, Tab. 5) im Tgb. Altenburg III zusammengefasst (vgl. hier Tab. 1) worden, so fehlte doch bisher jegliche neuere Bearbeitung.

Kollege R. ZETTER von der Universität Wien konnte nun gewonnen werden, sich der Palynoflora anzunehmen, was zu einem überraschenden Ergebnis führte – die Pollenflora gehört zu den besten aus Europa bekannten und wird von ihm extra bearbeitet werden (ZETTER in Vorb.).

Die Fazies von Seeablagerungen, offenen Mooren und Bruchwald bleibt zwar prinzipiell erhalten, kann aber nun besser aufgegliedert werden. Es kommen natürlich mehrfache Wechsel vor, wie nicht anders zu erwarten (vgl. zu allem RITZKOWSKI 1969: 71).

3.5 Animalia – Tiere

3.5.1 Insecta – Insekten

Kokons

Die überaus häufigen Kokons (Abb. 23) gehören zu einer Reihe bisher unbekannter Insekten und sollen von Spezialisten untersucht werden.

3.5.2 Vertebrata – Wirbeltiere

Pisces – Fische (N. MICKLICH)

Bei den Fischen liegen nur wenige Reste vor, die sich aber dennoch ganz gut einordnen lassen. Die Fischfauna aus dem Melanien- und Rupel-Ton von Borken und Umgebung wurde von WEILER 1961 bearbeitet. Interessanterweise sind die Fische aus dem Geiseltal, die VOIGT (1934) bearbeitet hat, hier nicht zum Vergleich geeignet, da dort mit *Thaumaturus,*



Abb. 23: Insektenkokon

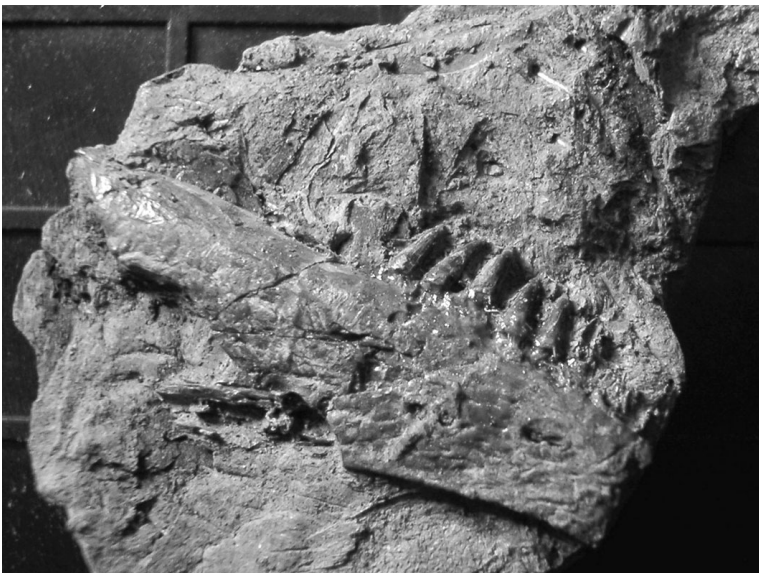


Abb. 24: Gebissrest (Prämaxillare) mit Zähnchen von *Cyclurus* sp.

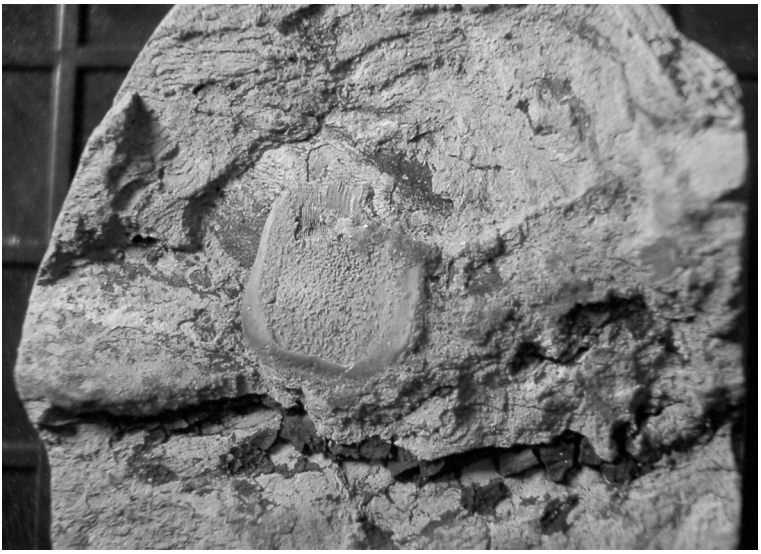


Abb. 25: Körperschuppe eines *Cyclurus*-Fisches

Palaeoesox und *Anthracoperca* völlig andere Taxa als in Stolzenbach vorliegen.

Im Folgenden werden die beiden in Stolzenbach vertretenen Knochenhechtartigen (Lepisosteiformes und Ammiiformes) besprochen:
Atractosteus (Lepisosteus): Zähnchen, Parietale, Schädelknochenfragmente, Wirbel, Seitenlinienschuppen, Flankenschuppen, Schuppen aus dem Rückenbereich.

Der heute mit 7-8 Arten in Süßwasser lebende Kaimanfisch mit seiner langen Schnauze lebt in Amerika, vom südlichen Kanada bis Kuba. Fossil war die Gattung von Nord- und Mittelamerika bis Indien und W-Afrika und W-Europa verbreitet. *Atractosteus strausi* ist die häufigste Art in Messel.

Cyclurus (Amia): Zähnchen, Prämaxillare (Abb. 24), Branchiostegale, Schädelknochen, Körperbeschuppung (Abb. 25).
Der im Schlamm lebende Kahlhecht ist durch die Art *Amia kehreri* vor allem aus Messel bekannt geworden, lebte aber auch das ganze Tertiär hindurch in Eursasien. Heute ist die einzige Art *Amia calva* vor allem in den Großen Seen N-Amerikas zu finden, aber auch bis Florida und Texas verbreitet.

Beide Formen können als lebende Fossilien bezeichnet werden, da sie heute nur noch in kleinen Regionen und mit wenigen Arten vorkommen.

Beide Formen deuten autochthone, limnische Biotopverhältnisse zur Zeit des Mittel-Eozäns in Stolzenbach an.

Reptilia – Kaltblüter
Diese Kaltblüter sind von SCHLEICH (1994) näher bearbeitet worden, der 3 Taxa von Schildkröten und die Reste zweier Krokodiltypen bestimmt hat:
Panzer von *Palaeomys hessiaca* (ibid. S. 82-84, Abb. 1-3, Taf. 1, Tafel 2, Fig. 1)
Panzer von *Borkenia oschkinisi* (ibid. S. 87-90, Abb. 4,5, Taf. 2, Fig. 2, Taf. 3, Fig. 1, hier Abb. 2)

Fußteile und Panzerreste von *Trionyx* sp. (Ibid. S. 93, Taf. 3, Fig. 2,3)
Osteoderme von ?*Diplocynodon* sp. (Ibid. S. 93, Taf. 3, Fig. 5)
? *Asiatosuchus* sp., (ibid. S. 94)
Auch aus dem nahen Gombeth sind Schildkröten- und Krokodilreste beschrieben worden (SCHLEICH 1994a). Es haben also Sumpfschildkrötenverwandte und Alligatoriden in den Stolzenbacher Sümpfen gelebt.

Mammalia – Säugetiere
1961 hatte man sogar Reste eines Tapir-Verwandten aus einer Lettenschicht von Stolzenbach geborgen (*Lophiodon* cf. *cuvieri* WAT., vgl. TOBIEN 1961), was auf Mittel-Eozän im Untertagebau hindeutete.



Abb. 26: Koprolith eines Krokodils, Kotballen-Gruppe 15

Coprolitha – Kotballen
SCHMITZ hat (1991) eine ganze Reihe von Koprolithen aus Messel bearbeitet und hat diverse Gruppen zusammengestellt, auch wenn nicht immer klar beweisbar war, welche systematische Gruppe der Wirbeltiere hier zum Vergleich in Betracht käme. Unser schönstes Fossil wird vorläufig mit zweien seiner Gruppen vergesellschaftet:
Gruppe 2: zylindrische Koprolithen bis 17 cm Länge, ibid. Taf. 2, Fig. A; – Krokodil, mit Pflanzenresten im Koprolith
Gruppe 15: große, symmetrisch zweischenklige Koprolithen, ibid. Taf. 4, Fig. H; Kalziumphosphat; – *Diplocynodon* wahrscheinlich, also Krokodilkot (Abb. 26).

4 Paläoökologie, Paläoklima und Stratigraphie

4.1 Klima
Eine Analyse der Florenliste zeigt uns verschiedene Biotope, die als erstes zu analysieren sind. Die Florenliste wird auf die Zugehörigkeit der Arten zu einer Fazies untersucht: wir haben Wasserfazies, Sumpffazies und mesophytische Waldfazies. Nur mit letzterer ist eine gute Klimaanalyse möglich, da die Wasserfazies einige Grade Celsius tiefere Temperaturen anzeigt.
Wir wissen durch viele Floren Mitteleuropas belegt (MAI 1981), dass das Klima im Eozän

noch (para)tropisch war – im Gegensatz zu dem des Oligozän. Wenn wir einen Blick auf die Verbreitung der paläotropischen und arktotertiären Elemente werfen, wie es MAI seit geraumer Zeit tut, sehen wir eine eindeutige Dominanz von tropisch-subtropischen Formen, die alle auf einen Klimatyp abzielen, den Übergang vom Af zum Cfa-Typ sensu KÖPPEN. Dies fand im Übergang vom Obereozän zum Unteroligozän statt – Stolzenbach ist noch eindeutig paratropisch und in Küstennähe mit Mangrove gekoppelt.
Wir können eine mittlere Jahresmitteltemperatur von ca. 18-20°C erwarten; sowie eine mittlere jährliche Regenmenge von 2000 oder mehr mm.

4.2 Komposition

Im Gegensatz zu den obereozänen Floren des Weißelster-Beckens ist die Stolzenbacher Flora artenarm, weist fast keine *Eotrigonobalanus*-Typen auf und ist durch eine *Doliostrobus-Steinhauera*-Dominanz gekennzeichnet. Aber gerade diese Konstellation ist nach MAI & WALTHER (1985: 151) typisch für den sog. „*Athrotaxis-Doliostrobus*-Lauraceen-Wald", der von Häring, Bournemouth usw. bekannt ist *(Athrotaxis* ist inzwischen eine *Quasisequoia!).*

Diese Komposition wird auch Lorbeer-Koniferenwald (MAI 1981) mit Monodominanz einer riesenwüchsigen immergrünen Taxodiacee genannt und gehört zu den „subtropischen Regen- und Lorbeerwäldern" (MAI & WALTHER 1985: 147), welche hier auf moorigen, sauren, oligotrophen oder trockenen, tonigen Böden vorkommt.
Dieser Waldtyp ist heute noch als Relikt in Ost-Asien, dem pazifischen Nordamerika, in Chile, Argentinien und Tasmanien zu finden (ibid. 152).

Auch die Röhrichtfazies ist gut vertreten mit dem häufigen Vorkommen von *Cladiocarya europaea*; wieder monodominant (mit Farnen) weist dies auf fast ständig überflutete nährstoffreiche Substrate hin. Die Vorkommen sind heute in Indonesien (Ranu Lamongan See) und im südöstlichen Nordamerika (Wet Prairies, Everglades) zu suchen. Die Schwimmpflanzengesellschaft ist im Stolzenbacher Ton nur durch *Salvinia reussii* nachgewiesen, welche heute nur im tropischen Amerika vorkommt.

Die Floren lassen sich in eine liegende aus der Braunkohle und in eine hangende aus dem Tonzwischenmittel aufgliedern, wobei deutlich die Faziesunterschiede zu beobachten sind.

Paläogeographisch ist das Vorkommen von Stolzenbach eindeutig an die marin-terrestrische Randlage am Verbindungsarm Niederrhein-Nordmeer gebunden (Abb. 27). diese im Osten des Arms liegende Landmasse war also Standort der Flora von Stolzenbach.

Ein Vergleich mit den Floren des Weißelster-Beckens findet sich in MAI & WALTHER (1985: 163), kann hier aber nur bedingt herangezogen werden, da lithologische Angaben fehlen und die Variabilität sehr groß erscheint.
Eine eingehende Untersuchung mit zeitgleichen bzw. ähnlichen Floren Europas soll erst später mit einem Computer-Modell erfolgen, wie es gerade mit neogenen Floren Europas gemacht wird (GÜNTHER & GREGOR 1989-2004). Vorläufig ist zu erwähnen, dass die Floren z.B. von Altofen (Ungarn, RASKY 1960), von Messel (WILDE 1989), Eckfeld/Eifel (GREGOR & LÖHNERTZ 1986, LUTZ 1991) oder des Geiseltales (MAI 1976) ein anderes Gepräge besitzen und nicht in die nähere Wahl kommen.

In der hessischen Senke lagerten sich im Eozän nach der spätmesozoischen Heraushebung wieder Sedimente ab. Dies vollzog sich bis ins Oligozän, wo sich der Tiefststand der Absenkung durch einen Durchbruch zeigte, wobei sich die Meeresarme des Oberrheingrabens und des Norddeutschen Beckens verbanden.
Durch dieses „Vorfluter"-Verhalten (Steigen und Fallen des Grundwassers im zentralen Teil der hessischen Senke) kam es im Eozän zur Vermoorung und späteren Seen- und Lagunenbildung und dann zur Umkehrung der Vorgänge (Abb. 27). Somit liegen diverse Kohlebildungen vor, wobei uns hier besonders das Borkener Hauptflöz interessiert, also die älteren Ablagerungen (vgl. zu allem Abb. 4, 6).

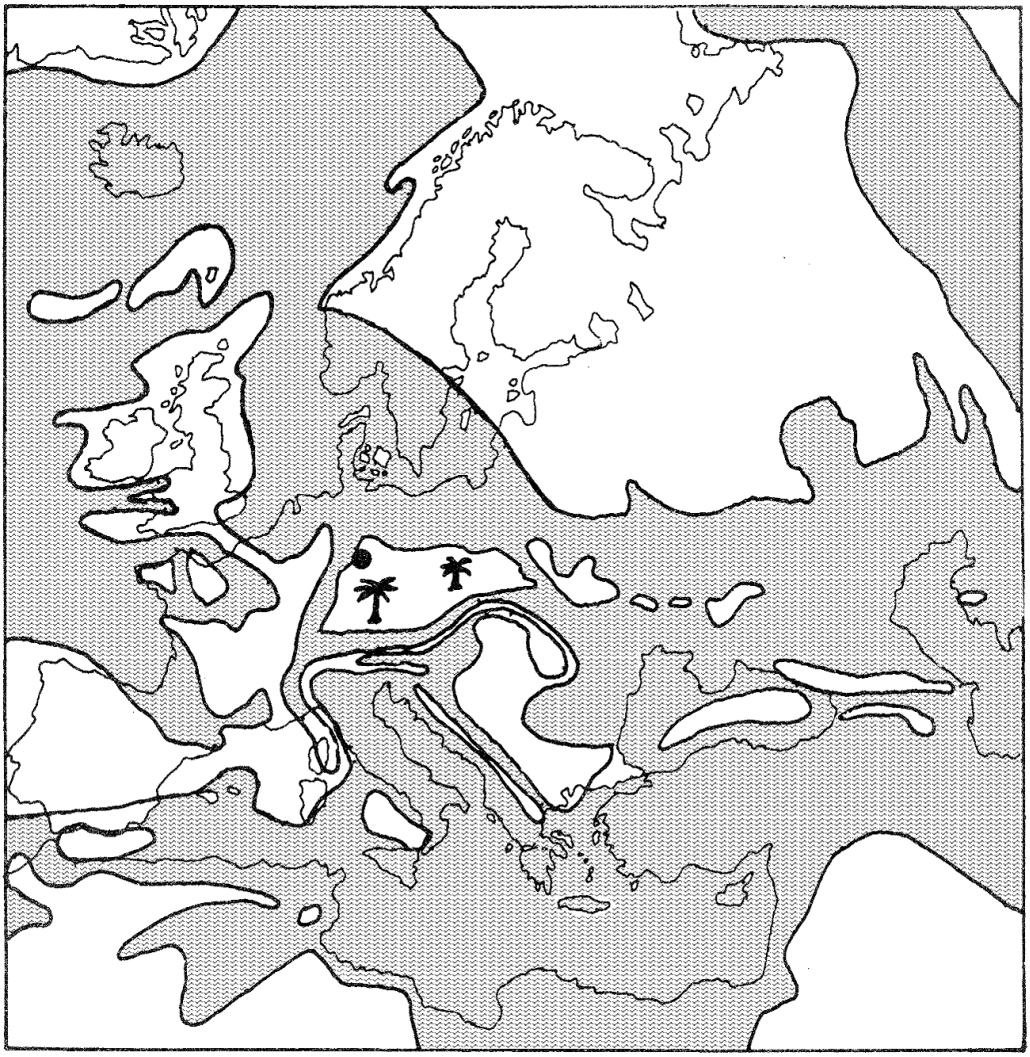


Abb. 27: Paläobiogeographische Verteilung von Landflächen (weiß) und Meeresgebieten (gewellt) im Paläogen Europas mit Angabe des Fundortes Stolzenbach (Punkt) und der Lage der Pflanzenfunde, der Palmen (verändert nach PRAUSS 1986: Abb. 4)

4.3 Fazies

Da die beiden Floren von Stolzenbach aus verschiedenen Sedimenten kommen, sind auch zwei Faziesmodelle angebracht.

Die folgende Zusammenstellung (Tab. 1) zeigt durch eine Auflistung der Arten auf einen Blick die Faziesverteilung der Fossilien in Ton und Kohle und somit auch die verschiedenen Biotope (vgl. dazu auch MAI & WALTHER 1985: 141-143).

Wir haben also eindeutig in der Kohle wenige Wasserpflanzen (*Brasenia*), häufige Riedbewohner *(Cladiocarya)*, aber auch Vertreter der Umgebung *(Eurya, Rutaspermum)*, während im Ton sehr häufig der Schwimmfarn *Salvinia* auftritt, und alle möglichen Arten des Regen- und Lorbeerwaldes (Palmen, Lauraceen, Koniferen etc.).

Arten bzw. Taxa	Braunkohle von Berg 2	Ton vom Nordfeld
Apocynophyllum helveticum		++++++++++++
Apocynophyllum sp.		
Brasenia vel Dusembeya (cf.)	++++++++++++++	
Buxus sp. (aff.)		
Calamus daemonorhops		++++++++++++
Carpolithus heeri		++++++++++++
Cladiocarya europaea	++++++++++++++	
Comptonia schrankii	++++++++++++++	
Daphnogene cinnamomea		++++++++++++
Doliostrobus taxifolia		++++++++++++
Dryophyllum furcinervis		++++++++++++
Engelhardia sp.		++++++++++++
Eurya sp.	++++++++++++++	
Gordonia minima		++++++++++++
Laurophyllum pseudoprinceps		++++++++++++
Nyssa sp. (aff.)		++++++++++++
Phelonites lignitum	++++++++++++++	
Pinus thomasiana	++++++++++++++	
Quercus neriifolia		++++++++++++
Rhodomyrtophyllum sinuatum		++++++++++++
Rutaspermum ornatum		++++++++++++
Sabal major		++++++++++++
Salvinia reussii		++++++++++++
Steinhauera subglobosa		++++++++++++
Sterculia labrusca		++++++++++++

Tab. 1: Artenverteilung in den beiden Faziesbereichen von Stolzenbach

4.4 Florenvergleich

Um gezielte Ergebnisse im Hinblick auf Ökologie, Klima und Stratigraphie der hier bearbeiteten Flora zu bekommen, muß man sie erst einmal mit anderen Floren ähnlichen oder gleichen Alters vergleichen. Dies stößt insofern auf Schwierigkeiten, da oftmals keineswegs sicher ist, wie alt eine Vergleichsflora wirklich ist. Diese Problematik konnten BUTZMANN et al. 2002 sehr schön an der alttertiären Flora von Häring in Tirol studieren. Die geologische Zuordnung der Schichten ergab ein unteroligozänes (höchstens mitteloligozänes) Alter, die der Makroflora ein hoch-unteroligozänes bis mittelmiozänes und MAI (1995) hatte verschiedentlich vom Obereozän gesprochen.

Als erstes soll hier die Flora von Stolzenbach mit diversen anderen Mitteleuropas verglichen werden.

Die beiden Floren von Stolzenbach sind wohl ziemlich zeitäquivalent, kleinere Abstände sind wohl zu vernachlässigen. Als ganzes betrachtet, kommt der paläogene Charakter der Floren von Stolzenbach klar zum Vorschein. Nun fragt man sich aber auch nach der genaueren Einstufung der Stolzenbach Funde, wobei gewisse Diskrepanzen nicht zu übersehen sind. Was sagt nun die Flora zur stratigraphischen Situation aus? Wie schon erwähnt, gehört die Braunkohle palynologisch ins „Borkener Bild“, heute also ins Mittel-Eozän (Abb. 4). Das früher als „Borkener Bild“ interpretierte Ober-Eozän wird heute ins höhere Mittel-Eozän gestellt (vgl. THIELE-PFEIFFER 1988: 70), was wohl auch die „obereozänen“ Floren des Weißelster-Beckens betrifft. Falls letztere Mittel-Eozän sind, wären unsere Funde ebenfalls gleich alt.
MAI & WALTHER gehen (1985: 13) auf das obereozäne Alter der Weißelster-Floren ein,

leider ohne dies makrobotanisch näher zu untermauern oder mit anderen eozänen Floren im genauen Vergleich herauszuarbeiten. Ihre Einstufung stützt sich auf ein von KRUTZSCH vorgelegtes palynologisches Gutachten zum „Obereozän". Nach pers. mündl. Mitt. W. KRUTZSCH ist die Problematik dieses Mittel-Ober-Eozäns keinesfalls als gelöst zu betrachten und soll weiter verfolgt werden.

Die Makroflora gestattet nun ebenfalls (vorläufige) Aussagen, vor allem im Vergleich mit dem Geiseltal und dem Weißelster-Becken, aber auch anderen Lokalitäten (MAI & WALTHER 1985: 147-162).

Zusammenfassend paßt die Flora des Weißelster-Beckens am Besten zur Stolzenbacher Flora – beide sind Mittel- bis Obereozänen Alters.

4.5 Stratigraphie

Ein eingehender stratigraphischer Vergleich soll nach Beendigung der gesamten Florenbearbeitung von Stolzenbach vorgelegt werden. Vorläufig zeigt Tab. 2 die größte Übereinstimmung der Stolzenbacher Flora mit der aus dem Weißelster-Becken. Aber auch das Geiseltal passt recht gut ins Bild (Braunkohlen!), während Stare Sedlo etwas weniger und Messel keine brauchbaren Ergebnisse bringt (erstere Sandstein, letztere Ölschiefer, also völlig von Stolzenbach verschiedene Faziesbereiche). Die Eifel-Floren (GREGOR & LÖHNERTZ 1985, 1986) sind noch zu wenig zu Vergleichen ge-

Arten bzw. Taxa	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Apocynophyllum helveticum		+				+
Brasenia vel Dusembeya (cf.)	+		+	+		
Buxus sp. (aff.)						+
Calamus daemonorhops		+	+			
Cladocarya europaea		+	+	+		
Comptonia schrankii						+
Daphnogene cinnamomea		+			+	+
Doliostrobus taxifolia	+	+	+			+
Eotrigonobalanus furcinervis	+	+			+	
Eurya stigmosa		+				
Gordonia minima	+	+	+			
Laurophyllum pseudoprinceps	+	+	+		+	
Pinus thomasiana		+				+
Quercus neriifolia		+			+	
Rhodomyrtophyllum sinuatum	+	+			+	
Rutaspermum ornatum	+		+	+		
Sabal major	+	+	+	+	+	
Salvinia reussii						
Steinhauera subglobosa	+	+		+	+	
Sterculia labrusca		+				
Gesamtzahl Taxa Stolzenbach	**9**	**15**	**8**	**5**	**7**	**6**

Floren von
1 = Geiseltal (KRUMBIEGEL et al. 1983, MAI 1976)
2 = Weisselster (MAI & WALTHER 1985)
3 = Messel (COLLINSON 1986, WILDE 1989)
4 = Eifel, Eckfeld (GREGOR & LÖHNERTZ 1985)
5 = Stare Sedlo (KNOBLOCH 1990)
6 = Häring/Tirol (BUTZMANN, FISCHER & GREGOR 2002

Tab. 2: Vorläufiger Vergleich der Flora von Stolzenbach mit weiteren etwa zeitgleichen Floren Mitteleuropas

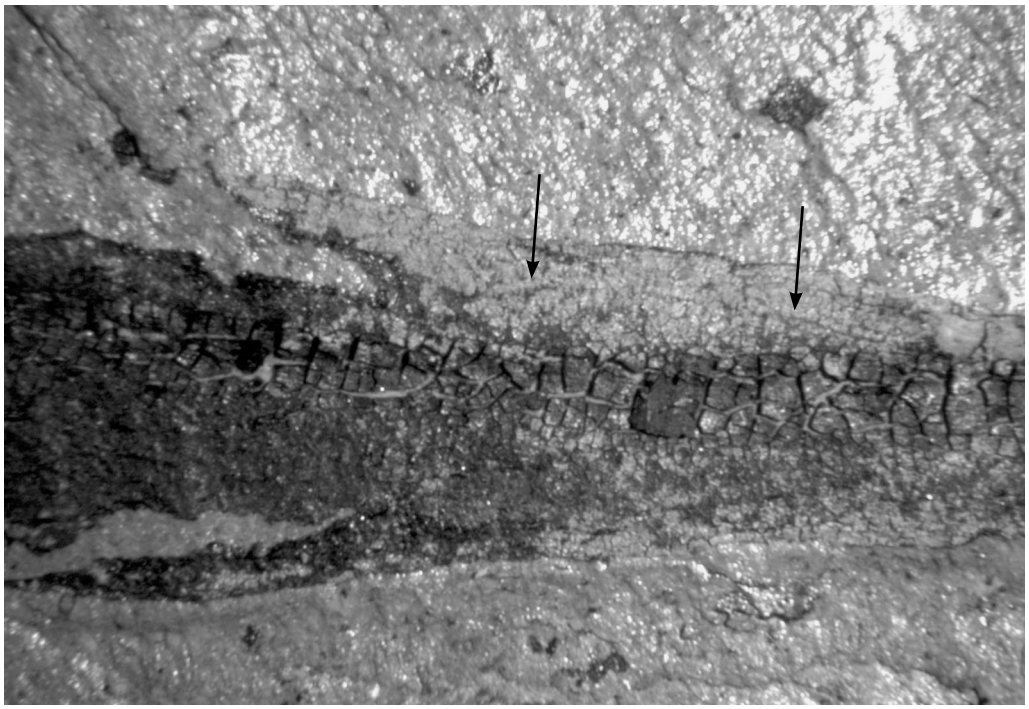


Abb. 28: Blauer Vivianitanflug (Pfeile) auf einem Zweig von *Doliostrobus taxiformis*

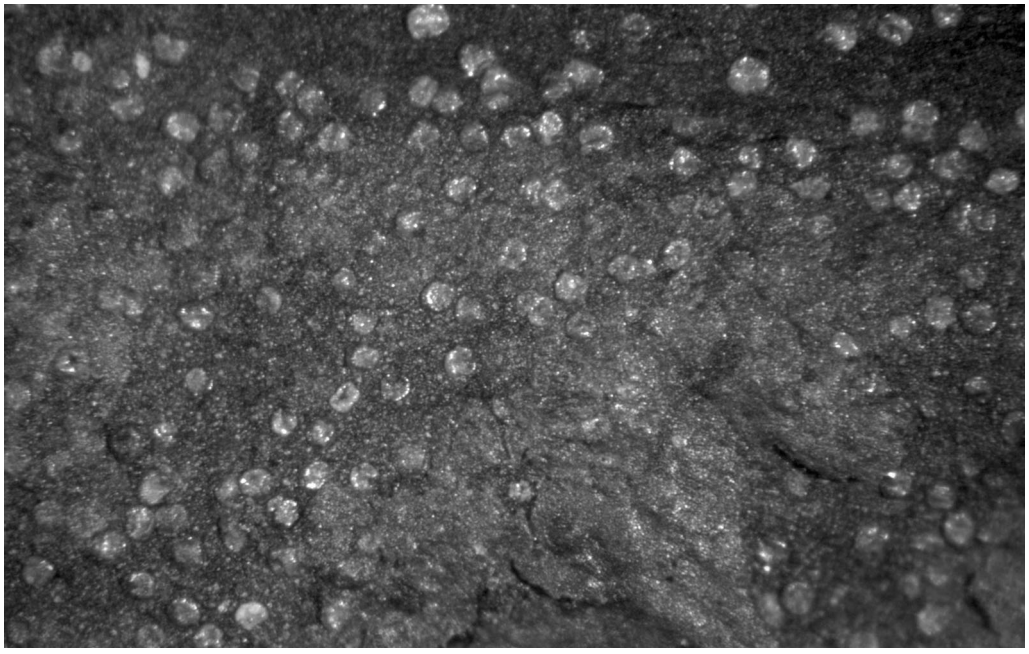


Abb. 29: Überblick zu Schwefelkristallen in der Braunkohle

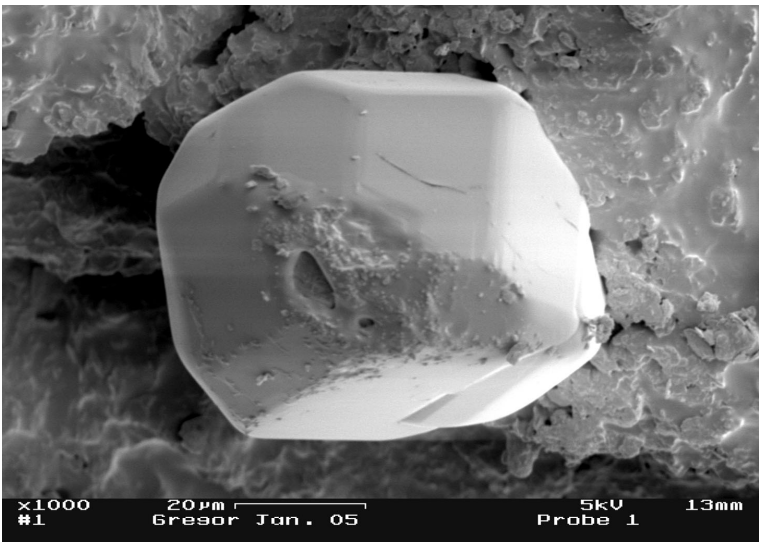


Abb. 30: einzelner Schwefel-Kristall mit verwaschenem Aussehen durch Sublimation

eignet, da die Blattfloren noch bearbeitet werden müssen.
Das Hauptflöz wurde durch den Fund eines *Lophiodon* cf. *cuvieri* WAT. im Tiefbau Stolzenbach als Mitteleozän eingestuft (TOBIEN 1961)

Zusammenfassend werden die Sedimente von Stolzenbach in den Zeitraum Mittel- bis Obereozän gestellt, sind also älter als die Floren von Häring und Hordle, aber etwa zeitgleich mit denen vom Geiseltal, Weisselster-Becken, London-Clay und Stare Sedlo. Messel ist als Sonderstandort nicht gut für Vergleiche geeignet.

Palynologisch hat HOTTENROTT die hessischen Kohlen und vergleichbare Funstellen untersucht und stratigraphisch verifiziert (1995, 1998).

5 Chemisch-physikalische Analysen

5.1 Mineralgehalt (THEWALT)

Es ließen sich Braunkohlen und begleitende Tone unterscheiden. Besonders in den Tonen zeigten sich enorme Harnische, die z.T. die Fossilien umliefen. Feinste treppenförmige Deformationen waren ebenfalls typisch für die Fazies, die tektonisch beansprucht war. Solche Treppchen liefen z.T. über die Blätter hinweg. Diese Beobachtungen sind wichtig, um evtl. die Mineralgenese verstehen zu können (Druck, Temperatur usw.)

Es konnten nur zwei Handstücke von Braunkohle gefunden werden, die eine zarte Blaufärbung aufwiesen – den typischen Vivianit (Abb. 28). Dieses Phospatmineral wurde vor kurzem von den Autoren THEWALT & GREGOR (2001) in obermiozänen Tonen Italiens gefunden und in ihrer Bildung erklärt.

Man könnte für die Braunkohlen und ihre eozäne Umwelt Fäkalien als Ursache der Phosphatbildung annehmen, keine unwahrscheinliche Annahme bei einem palustrischen Milieu mit Tieren.

Auf vielen Kluftflächen, Harnischflächen und Blattoberflächen speziell auf den Tonschichten zeigten sich winzige einförmige durchsichtigglänzende Kriställchen in dichten Rasen.

Es handelt sich um kleine, schön ausgebildete Kristalle von Schwefel (Abb. 29, 30). Eine solche Ausbildung ist in Braunkohlen selten und soll weiter untersucht werden.

Die Kristalle wurden im REM untersucht, wobei die Oberflächen bzw. Kanten der Kristalle im



Abb. 31: Sehr flache Gipsrose von zwei Seiten

Vakuum sublimiert wurden und somit ein verwaschenes Bild zeigen.

Manche Fossilien speziell in der Braunkohle, waren mit Pyrit eingesäumt und die Pflanzensubstanz z.T. direkt ersetzt. Vor allem die Riedgräser-Früchtchen zeigen solche Imprägnationen, wie sie für stagnierende Wässer typisch sind. Framboide sind Pyritkügelchen im Mikrobereich (Abb. 11).

Nur zwei einzelne Gips-Rosetten (Abb. 31) wurden in Stolzenbach gefunden. Sulfate gehören in die Riedfazies, wie wir sie durch Cyperaceen (vgl. Beitrag III) rekonstruieren können. Da es sich um Seltenheiten handelt, ist die Frage nach der näheren Bildung gegeben. Die beiden Exemplare stammen aus der Braunkohle. Gips ist häufig ein Anzeiger für terrestrische Bedingungen, was hier aber nicht verwundern würde, denn die Ablagerungen sind palustrisch.

5.2 EDX-Analyse

Zur chemisch-physikalischen Untersuchung verschiedener Proben von Stolzenbach wurde am Institut für Allgemeine Geologie an der Universität München eine spezielle Methodik angewandt – die EDX-Analyse. Es handelt sich um eine qualitative, nicht quantitative Analyse der Elemente in den Proben.

Es wurden diverse Teile von Kohle, Samen und Blättern untersucht:
Samen von Eurya, ein Nadelholz, ein Stück Braunkohle (Abb. 32), ein Platanus-Blattrest und ein weiteres unbest. Blatt. Die Verteilung zeigt am Beispiel Braunkohle (Abb. 32), dass allen Proben gemeinsam Sauerstoff O, Schwefel S, und Magnesium Mg sind.

Silizium Si kommt erhöht vor in der Braunkohle, Kalzium Ca im Platanus-Blatt und in der Braunkohle, wenig Eisen Fe im Platanus-Blatt und

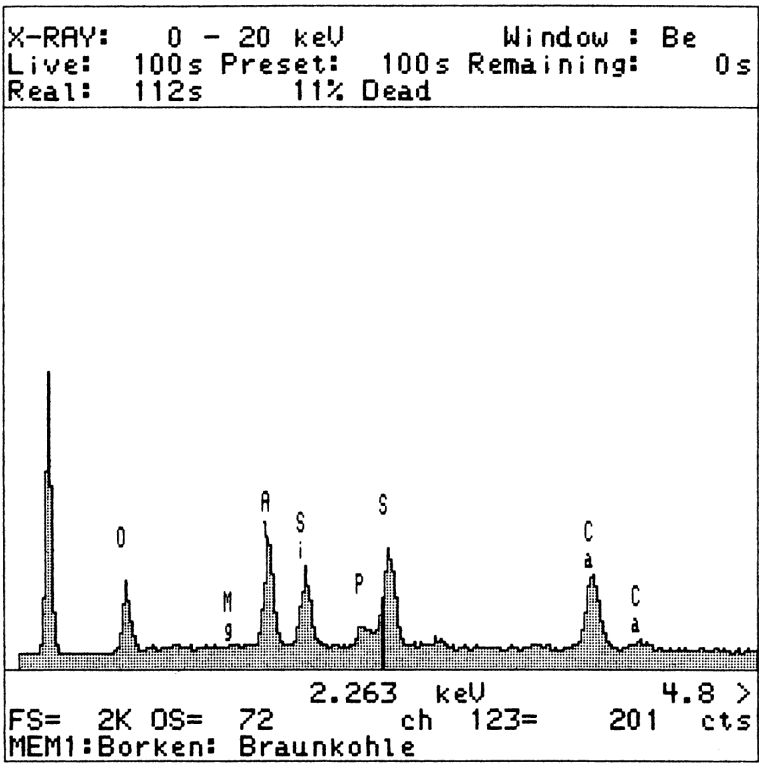


Abb. 32: EDX-Analyse von einem Stück Braunkohle mit hohem Schwefelwert (S), Sauerstoff (O) und Kalzium (Ca)

ebenso Phosphor P in der Braunkohle und im Nadelholz. Gold Au und Aluminium Al dürften vom Träger stammen und sind unwichtig.

Wir müssen also von kleinen Beimengungen Kalk (Ca) ausgehen, ebenso von Sand (Si,O), von organischen Bestandteilen (O, P) und Verwesungsrückständen (S, P). Pyrit scheint keine große Rolle bei der Kohlebildung gespielt zu haben.

5.3 Bernsteinanalyse (N. VAVRA)

Verschiedene Proben fossiler Harze („Bernstein“, Abb. 33) aus den eozänen Braunkohlen von Stolzenbach bei Kassel wurden auf ihren Gehalt an Chemofossilien untersucht; besonders bemerkenswert ist das Vorkommen von Zimtsäure und Hydrozimtsäure in der Mehrzahl der analysierten Harze (Abb. 34). Dieser Befund wird als möglicher Hinweis auf Hamamelidaceae als Lieferpflanzen diskutiert.

In den untersuchten Proben konnten eine ganze Reihe von Chemofossilien nachgewiesen werden; einige von ihnen konnten anhand ihrer Massenspektren identifiziert oder zumindest einer Stoffklasse zugeordnet werden. Es handelte sich dabei einerseits um Terpene (z.B.

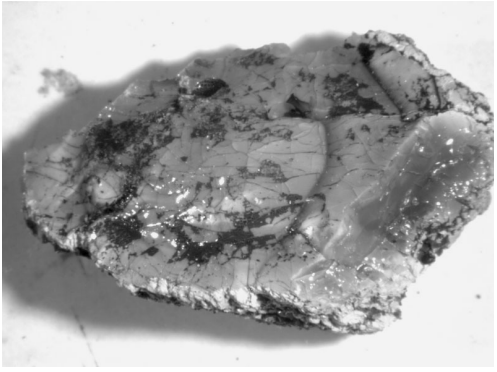


Abb. 33: Großes Bernsteinstück honiggelb

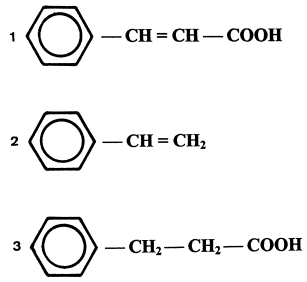


Abb. 34: Schematisierte Formeln für Zimtsäure (1), Styrol (2) und Dihydrozimtsäure (3)

α-Muurolen) sowie andererseits um Produkte der Diagenese ursprünglicher Terpene (Dimethylisopropyltetraline, Dimethylisopropylnaphthalin und dgl.), aber auch um Hydrozimtsäure und Zimtsäure.

Beide Substanzen waren in einer größeren Anzahl der untersuchten Proben nachweisbar (Abb. 35), wobei die Hydrozimtsäure in meist deutlich größerer Menge auftrat.

Zimtsäure (Abb. 34) findet sich frei sowie in Form ihrer Ester in vielen Balsamen, Harzen und anderen Naturstoffen. So findet sie sich z.B. in Form des Benzylesters (=Benzylcinnamat) im Styraxöl, im Peru- und auch im Tolubalsam; auch der Zimtalkoholzimtsäureester (Cinnamylcinnamat, Styracin) wird als Bestandteil von Styrax und Perubalsam angeführt.

Da diese Substanz – zusammen mit anderen charakteristischen Inhaltsstoffen – auch als Bestandteil von Storax bekannt ist, wie es vom rezenten *Liquidambar orientalis* gewonnen wird, so werden von diesen Autoren Vertreter der Hamamelidaceae als Erzeugerpflanzen dieses fossilen Harzes vorgeschlagen. In diesem Zusammenhang ist auch der Nachweis von Zimtsäure bzw. Hydrozimtsäure in dem aus Stolzenbach vorliegenden Material zu sehen und entsprechend zu bewerten.

Zusätzlich zu den vorliegenden Harzproben wurde auch noch eine Zapfenschuppe von *Doliostrobus* (gleichfalls von Stolzenbach bei Kassel, Abb. 36) untersucht: auch in dieser Probe konnte ein geringer Gehalt an Zimtsäure festgestellt werden. Angesichts des umfangreichen Datenmaterials wie es aber für diese Gattung vorliegt erscheint dieser Einzelbefund jedoch ziemlich belanglos. Die Harzsäuren vom Abietan- und Pimarantyp sowie die in kleinen Mengen nachgewiesenen phenolischen Diterpenverbindungen (Ferruginol, Hinokiol) charakterisieren das Harz von *Doliostrobus* wohl in recht eindeutiger Weise als Konifere.

Das Exemplar von *Retinomastixia glandulosa* wurde nicht weiter untersucht, weil zu wenig Harz im Steinkerninneren vorhanden war (Abb. 20).

Interessanterweise sind die Bernsteinreste von Stolzenbach chemisch mit anderen Lieferanten als mit denen im baltischen Bernstein (dort Koniferen, vgl. auch VAHLDIEK 2001), nämlich mit Zaubernussgewächsen (Hamamelidaceen) und mit Mastixien (Abb. 20) zu vergleichen. Der von SCHUBERT 1961 rekonstruierte Kiefernwald aus dem Eozän des Baltikums ist hier also nicht zu finden – eine zonale Angelegenheit oder eine Frage des Biotops, des Klimas oder anderer Faktoren.

Auf der anderen Seite passt die chemische Ausbildung exakt zu den häufig vorkommenden Fossilien des Amberbaumverwandten *Steinhauera subglobosa* und evtl. zu den dazugehörigen Blättern von *Sterculia labrusca*. Dies wäre bei Bestätigung ein einmalig glücklicher Fall von Übereinstimmung von 3 verschiedenen Gegebenheiten in einer Fundstelle: Blätter, Früchte, Bernstein!

Interessant wäre es auch noch, die stratigraphische Reichweite des Vorkommens solcher als Produkte der Hamamelidaceae angesprochenen Harze genauer zu erfassen. In dieser Hinsicht sind die Angaben in der Literatur jedoch leider relativ dürftig, bzw. ungenau: Die Mehrzahl der Funde aus den USA dürften wohl der (Ober-)Kreide (Magothy-Formation etc.) zuzurechnen sein; die bisher aus Deutschland bekannt gewordenen aromatischen Harze mit Polystyrol-Skelett gehören hingegen sämtliche dem Tertiär an. Neben Helmstedt wäre damit Stolzenbach ein weiterer Fundpunkt aus dem Eozän.

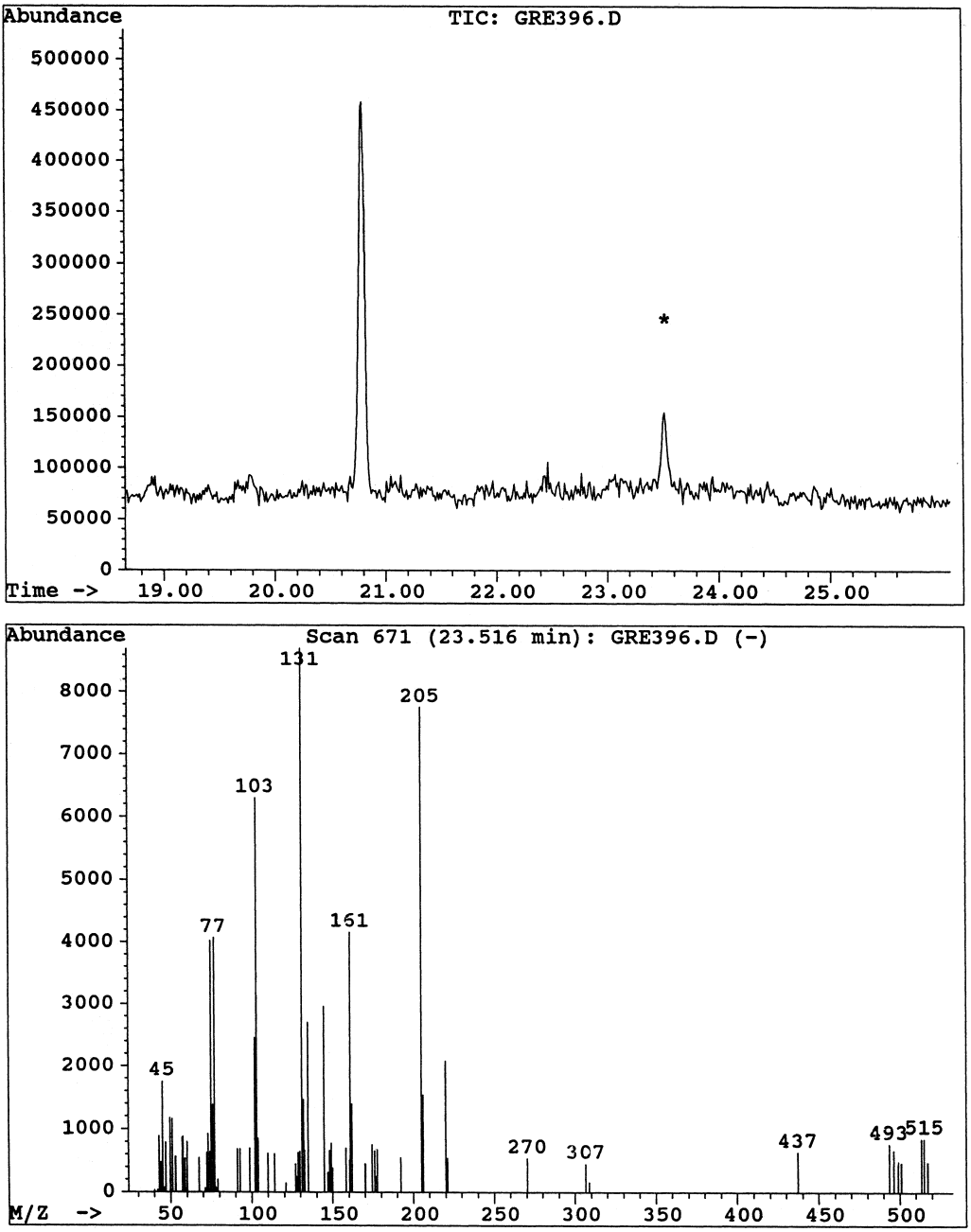


Abb. 35: Ausschnitt eines Gaschromatogramms (genauer: Gesamtionenchromatogramm) einer mit Pyridin und BSA bei Zimmertemperatur silylierten Probe aus Stolzenbach (Abszisse: Retentionszeit; Ordinate: Ionenhäufigkeit). Beispiel für den Nachweis von Zimtsäure: der Peak mit einer Retentionszeit von 23,516 Min. (*) konnte aufgrund seines Massenspektrums (Abszisse: Massenzahl, Ordinate: Ionenhäufigkeit) als Trimethylsilylester der Zimtsäure identifiziert werden. Molekülion mit Molekülmasse 220.

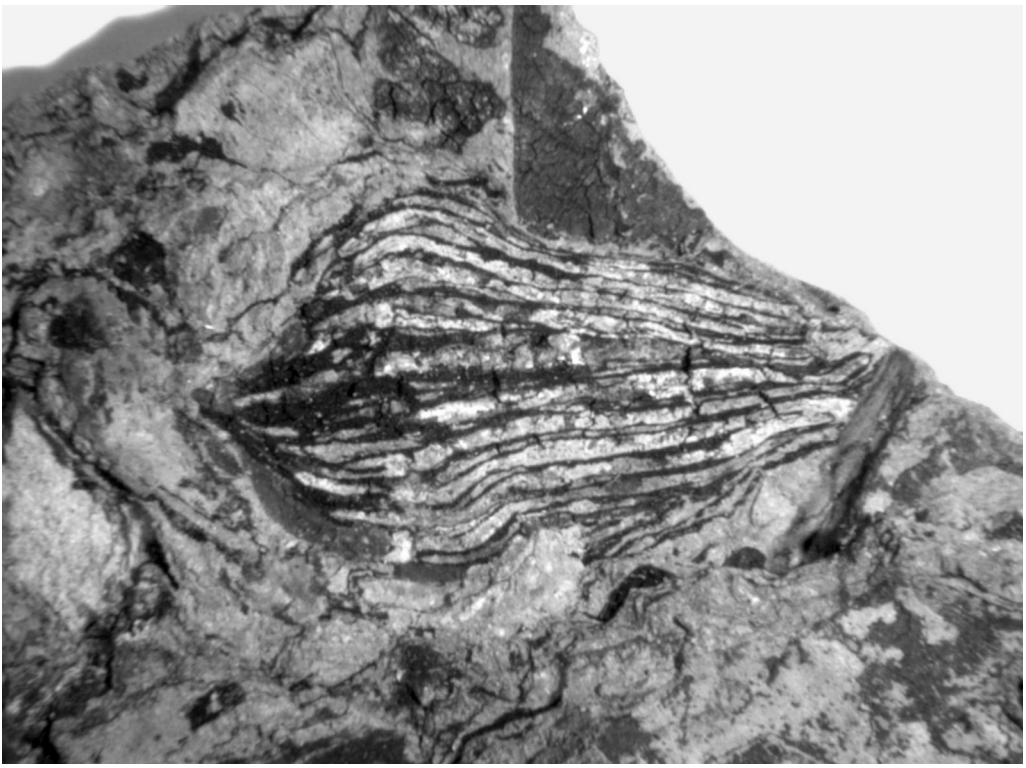


Abb. 36: Zapfenschuppe von *Doliostrobus taxiformis* mit Harzstriemen

Danksagung

Wir bedanken uns ganz herzlich bei Kollegen Dr. J. Fichter vom Naturkundemuseum für kollegiales Verhalten und stetige Hilfe bei allen Fragen, die Funde aus Stolzenbach betreffend. Frau I. Rimbach, ebenda, sagen wir herzlichen Dank für die graphischen Tips und fotografischer Hilfe, mit der sie stets bei der Hand war. Dr. Füldner verdanken wir die Möglichkeit, eine Vitrine „Eozän von Stolzenbach“ zu gestalten.

Literatur

BECKER, R. E. & KULICK, J. (1999): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 – Blatt Nr. 4923 Altmorschen.- 394 S., 66 Abb., 34 Tab., 1 Beil., Wiesbaden

BROSIUS, M. & GRAMANN, F. (1958): Die stratigraphische Reichweite des Heskemer Pollenbildes in Borken (Tertiär, Niederhessen). – Z. deutsch. geol. Ges., **111**: 182-197, 7 Abb., 3 Taf.; Hannover

BUTZMANN, R. & GREGOR, H.-J. (2002): Die oligozäne Flora von Bad Häring (Tirol) – Pflanzen aus den Bitumenmergeln und deren phytostratigraphisch-paläoökologisch-paläoklimatische Interpretation (Coll. Inst. Geol. Paläont. Innsbruck).- Documenta naturae, **140**, Teil 1: 1-117, 6 Abb., 12 Tab., 25 Taf., München

BŮŽEK, Č., KONZALOVA, U. & KVAČEK, Z. (1971): The genus *Salvinia* from the Tertiary of the North Bohemian Basin. – Sborn. geol. VED, P, **13**: 179-222, 8 Taf., 11 Fig., 5 Tab.; Praha

CHANDLER, M.E.J. (1963): The Lower Tertiary Floras of Southern England. 3. Flora of the Bournemouth Beds, the Boscombe, and the Highcliff Sands. – Brit. Mus. natur.Hist., xi+169 pp., 25 pls., London

COLLINSON, M. E. (1986): Früchte und Samen aus dem Messeler Ölschiefer. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **85**: 217-220, 1 Abb.; Frankfurt a.M.

COLLINSON, M. E. & GREGOR, H.-J. (1987): Rutaceae from the Eocene of Messel, West Germany. – Tertiary Res., **9**, 1-4: 67-80, 1 Textfig., 3 pls.; Leiden

DILCHER, D. L. (1967): Chlorophyll in der Braunkohle des Geiseltales.- Natur und Museum, 97, 3: 124-130, 6 Abb., Frankfurt a.M.

ETTINGSHAUSEN, C. (1853): Die Tertiaerfloren der Oesterreichischen Monarchie 2. Tertiäre Flora von Häring in Tirol. – Abh. k. k. Geol. Reichsanst., **II**, 3.

Abth., 2: 1-118, 31 Taf.; Wien (Näheres vgl. Landesmuseum Joanneum, o.J.: 59)

FRIEDRICH, K. (1978): Die Braunkohlentagebaue der Preußischen Elektrizitäts-AG (Preußenelektra). – Bergbau, **10**: 462-469, 21 Abb.

GREGOR, H.-J. (1978): Revision der Arten von *Retinomastixia* KIRCHHEIMER aus dem europäischen Tertiär.- Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München, **18**: 143-152, 3 Abb., 1 Taf.; München

GREGOR, H.-J. (1980): Die miozänen Frucht- und Samen-Floren der Oberpfälzer Braunkohle. II. Funde aus den Kohlen und tonigen Zwischenmitteln. – Palaeontographica, B, **174**, 1-3: 7-94, 15 Taf., 7 Abb., 3 Tab.; Stuttgart

GREGOR, H.-J. (1982): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. Paläokarpologie, Phytostratigraphie, Paläoökologie, Paläoklimatologie. – 278 S., 34 Abb., 16 Taf., Anh., Ferd. Enke-Verlag; Stuttgart

GREGOR, H.-J. (1989a): Aspects of the fossil record and phylogeny of the family Rutaceae (*Zanthoxylon,* Toddalioideae). – Pl. Syst. Evol., **162**: 251-265, 6 Fig., Springer-Verl.; New York

GREGOR, H.-J. (1989b): Neue geologisch-paläontologische Ergebnisse aus den Tagebauen der Oberpfälzer Braunkohle (Naab-Molasse, Miozän). – Documenta naturae, **55**: 1-78, 15 Abb., 10 Taf.; München

GREGOR, H.-J. & LÖHNERTZ, W. (1986): Paläobotanische Untersuchungen im Alttertiär des linksrheinischen Schiefergebirges. – Mitt. d. Ver. f. Naturwiss. u. Math. Ulm (Donau), **34**: 86-112, 3 Taf.; Ulm

GREGOR, H.-J. & OSCHKINIS, V. (2005): Die eozänen Braunkohleschichten aus dem Untertagebau Stolzenbach bei Kassel (PreußenElektra, Niederhessen) II Die Blattabdrücke.- Documenta naturae, **156:** 27-65, 1 Tab., 14 Taf., München

GREGOR, H.-J. & OSCHKINIS, V. & (2005): Die eozänen Braunkohleschichten aus dem Untertagebau Stolzenbach bei Kassel (PreußenElektra, Niederhessen) III Die Frucht- und Samenflora.- Documenta naturae, **156:** 67-93, 1 Tab., 9 Taf., München

GÜNTHER, TH. & GREGOR, H.-J. (1989-2003): Analyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Documenta naturae, **50**, 1 bis 11, München

HOTTENROTT, M. (1995): Zur Palynologie des miozänen Braunkohlenlagers von Ostheim (Frielendorfer Schichten; Nordhessen). – Arbeitskreis für Paläobotanik und Palynologie, Rundbrief 1. November 1995: 11–12; Münster

HOTTENROTT, M. (1998): Eine eozäne Mikroflora aus dem Eisenberger Becken (Nordpfalz, Deutschland). – Mainzer naturwiss. Archiv/Beiheft, **21** (KARL-HEINZ ROTHAUSEN-Festschrift): 65–69, 1 Taf.; Mainz

KLEIN-REESINK, J. (1984): Stoffbestand und Genese der Braunkohlen der Niederhessi-schen Senke mit vergleichenden Untersuchungen an Braunkohlen aus der Oberpfalz und Ost-Westfalen. – Documenta naturae, **17**: 1-133, 46 Abb., 5 Taf.; München

KLEIN-REESINK, J., RIEGEL, W. & SCHAUB, K. (1982): Zur petrographischen Konstitution alt- und jungtertiärer Braunkohlen Niederhessens. – Z. dt. geol. Ges., **133**: 309-337, 8 Abb., 3 Taf.; Hannover

KNOBLOCH, E. (1990): The flora of the Stare Sedlo Formation in West Bohemia, Upper Eocene. – Proc. Symp. Paleofloristic and Paleoclimatic Changes in the Cretaceous and Tertiary, IGCP, **216**, p. 159-165, 16 figs.; Praha

KNOBLOCH, E. - KONZALOVA, M. - KVACEK, Z. (1996): Die obereozäne Flora der Stare Sedlo-Schichtenfolge in Böhmen(Mitteleuropa). Late Eocene flora of the Stare Sedlo Formation in Bohemia (Central Europe). – Rozpravy Cesk. geol. úst., 49: 1-260 (260 S.), 120 Abb., 64 Taf., Praha.

KRUMBIEGEL, G., RÜFFLE, L. & HAUBOLD, H. (1983): Das eozäne Geiseltal, ein mitteleuropäisches Braunkohlenvorkommen und seine Pflanzen- und Tierwelt. – 227 S., 175 Abb., 8 Tab., Ziemsen-Verlag; Wittenberg

KVACEK, Z., BUZEK, C. & HOLY, F. (1982): Review of *Buxus* fossils and a new large-leaved species from the Miocene of Central Europe. – Review Palaeobot. Palyn., **37:** 361-394, 3 Tab., 1 Fig., 6 Taf., Amsterdam.

KVACEK, Z. & WALTHER, H. (1989): Revision der mitteleuropäischen tertiären Fagaceen nach blattepidermalen Charakteristiken. III. Teil *Dryophyllum* und *Eotrigonobalanus*. – Feddes Repert., **100,** 11–12: 575–601, 10 Abb., 1 Karte, 17 Taf.; Berlin.

KVACEK, Z. & TEODORIDIS, V. (2005): Die eozänen Braunkohleschichten aus dem Untertagebau Stolzenbach bei Kassel (PreußenElektra, Niederhessen) VII Die kutikelführenden Blätter.- Documenta naturae, in Vorb.

LUTZ, H. (1991): Fossilfundstelle Eckfelder Maar (Hrsg. Landesslg. Nat.kd. Rheinld.-Pfalz). – 51 S., 36 Abb.; Mainz

MAI, D. H. (1968): Zwei ausgestorbene Gattungen im Tertiär Europas und ihre florengeschichtliche Bedeutung. – Palaeontographica, B, **123**, 1-6: 184-199, 2 Taf., 5 Abb., 1 Tab.; Stuttgart

MAI, D. H. (1976): Fossile Früchte und Samen aus dem Mitteleozän des Geiseltales. – Abh. zentr. geol. Inst., Paläont. Abh., **26**: 93-149, 5 Abb., 7 Taf.; Berlin

MAI, D. H. (1981): Entwicklung und klimatische Differenzierung der Laubwaldflora Mitteleuropas im Tertiär. – Flora (1981) **171**: 525-582, 18 Abb., 7 Tab., 1 Beilage; Berlin

MAI, D. H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas – Methoden und Ergebnisse. – 691 S., 257 Abb., 14 Taf., 23 Tab., G. Fischer Verl., Jena.

MAI, D. H. & WALTHER, H. (1978): Die Floren der Haselbacher Serie im Weißelster-Becken (Bezirk Leipzig, DDR). – Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden, **28**, 200 S., 50 Taf., 6 Tab., 1 Abb.; Dresden

MAI, D. H. & WALTHER, H. (1985): Die obereozänen Floren des Weißelster-Beckens und seiner Randgebiete. – Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden, **33**, 220 S., 40 Taf.; Dresden

MICKLICH, N., GREGOR, H.-J.. & OSCHKINIS, V. (2005): Die eozänen Braunkohleschichten aus dem Untertagebau Stolzenbach bei Kassel (PreußenElektra,

Niederhessen) VI Die tierischen Reste.- Documenta naturae, in Vorb.

OSCHKINIS, V. & GREGOR, H.-J. (1992): Paläontologische Funde aus der eozänen Braunkohle des Untertagebaus Stolzenbach (PreußenElektra) in Niederhessen. I. Die Flora.- Documenta naturae, **72**: 1-31, 9 Abb., 4 Tab., 8 Taf.; München

OSCHKINIS, V. & GREGOR, H.-J. (2005): Die eozänen Braunkohleschichten aus dem Untertagebau Stolzenbach bei Kassel (PreußenElektra, Niederhessen) I Geologie und Fundumstände.- Documenta naturae, **156:** 1-25, 9 Abb., 5 Taf., München

PFLUG, H. D. (1957): Zur Altersfolge und Faziesgliederung mitteleuropäischer (insbesondere hessischer) Braunkohlen. – Notizbl. hess. L.-Anst. Bodenforsch., **85**: 152-178; Wiesbaden

PFLUG, H. D. (1966): Stratigraphische Einordnung weiterer hessischer und außerhessischer Tertiärvorkommen. – N. Jb. Paläont., Mh., **1966**: 736-744; Stuttgart

PRAUSS, M. (Red.) (1986): Die Braunkohlen der Niederhessischen Tertiärsenke. – (Stadt Kassel, Naturkundemuseum Hrsg.), 18 S., 9 Abb.; Kassel

RASKY, K. (1960): Pflanzenreste aus dem Obereozän Ungarns. – Senck. leth., **41**, 1-6: 423-449; Frankfurt a.M.

RITZKOWSKI, S. & RÖSING, F. (1977): Tertiär Nordhessens. – Exkursionsführer Geotagung 77, II: 63-111; Göttingen

RITZKOWSKI, S. (1969): Nördliches Hessen. In: Führer zur Oligozän-Exkursion 1969: 58-83, Abb. 10-17; Marburg

RÜFFLE, L. & JÄHNICHEN, H. (1976): Die Myrtaceen im Geiseltal und einigen anderen Fundstellen des Eozän. – Abh. zentr. Geol. Inst., **26**: 307-336, 6 Abb., Taf. 45-52; Berlin (1976a)

RÜFFLE, L. (1976): Myricaceae, Leguminosae, Icacinaceae, Sterculiaceae, Nymphaeaceae, Monocotyledones, Coniferae. In: Eozäne Floren des Geiseltales. – Abh. zentr. geol. Inst., Paläont. Abh., **26**: 337-438, 11 Abb., 18 Taf.; Berlin (1976b)

SCHLEICH, H. H. (1986): Neue Reptilienfunde aus dem Tertiär Deutschlands: Schildkröten- und Krokodilreste aus dem Braunkohletagebau Gombeth bei Borken (Hessen).- Lippische Mitt. Gesch. U. Landeskd., 55 : 281-288, Lippe

SCHLEICH, H. H. (1994): Neue Reptilfunde aus dem Tertiär Deutschlands. 15. Schildkröten und Krokodilreste aus der eozänen Braunkohle des Untertagebaues Stolzenbach bei Borken in Hessen (Reptilia: Crocodylia, Testudines). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **173:** 79-101, 5 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Frankfurt a.M. (1994a)

SCHLEICH, H. H. (1994): Neue Reptilfunde aus dem Tertiär Deutschlands. 6. Schildkröten und Krokodilreste aus dem Braunkohlentagebau Gombeth bei Borken (Hessen)– Lippische Mitt. Geschichte u. Landeskd., **55**: 281-288, Lippe (1994b)

SCHMITZ, M. (1991): Die Koprolithen mitteleozäner Vertebraten aus der Grube Messel bei Darmstadt.- Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **137**: 1-199, 14 Abb., 20 Taf., Frankfurt a.M.

SCHUBERT, K. (1961): Neue Untersuchungen über Bau und Leben der Bernsteinkiefern (*Pinus succinifera* (CONW.) emend.).- Geol. Jb., Beih., **45:** 1-149, 1 Tab., 21 Taf., Hannover

SITTLER, Cl. (1965): Le Paléogen des Fosses Rhenan et Rhodanien. Études Sédimentologique et Paléoclimatiques. – Mem. Serv. Carte geol. Als. Lorr., **24**: 1-392; Strasbourg

STECKHAHN, W. (1952): Der Braunkohlenbergbau in Nordhessen. – Hess. Lagerstättenarch., **1**; Wiesbaden

THEWALT, U. & GREGOR, H.-J.. (2001): Vivianit, ein Phosphatmineral, auf „blauen" Blättern aus pliozänen Sedimenten von Meleto im Valdarno (Italien).- Documenta naturae, **137**: 13-24, 3 Abb., 2 Taf., München

THEWALT, U. & GREGOR, H.-J. (2005): Die eozänen Braunkohleschichten aus dem Untertagebau Stolzenbach bei Kassel (PreußenElektra, Niederhessen) V Die Minerale.- Documenta naturae, **156:** 113-123, 5 Abb., 3 Taf., München

THIELE-PFEIFFER, H. (1988): Die Mikroflora aus dem mitteleozänen Ölschiefer von Messel bei Darmstadt. – Palaeontographica, B, **211**, 1-3: 1-86, 16 Taf., 2 Abb., 1 Diagr.; Stuttgart

TOBIEN, H. (1961): Ein *Lophiodon*-Fund (Tapiroidea, Mammalia) aus den niederhessischen Braunkohlen. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **89**: 7-16; Wiesbaden

UDLUFT, H. & LANG, K. D. (1956): Der Untergrund der Niederhessischen Senke.- Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**: 184-203; Wiesbaden

VAHLDIEK, B.-W.(2001): Auf der Suche nach den Bernstein-Produzenten von Helmstedt. –Arbeitskreis Paläont. Hannover, 29.Jg.(2): 32-57, Hannover

VAVRA, N. (2005): Die eozänen Braunkohleschichten aus dem Untertagebau Stolzenbach bei Kassel (PreußenElektra, Niederhessen) IV Analyse des Bernsteins.- Documenta naturae, **156:** 95-111, 4 Abb., 1 Tab., 3 Taf., München

VOIGT, E. (1934): Die Fische aus der mitteleozänen Braunkohle des Geiseltales.- Nova Acta Leopoldina, N.F. **2, 1-2**: 21-146, 14 Taf., 23 Textabb., div. Tab., Halle/Saale

WEILER, W. (1961): Die Fischfauna des unteroligozänen Melanientons und des Rupeltons in der Hessischen Senke.- Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch, **89:** 44-65, Taf. 8-9, Wiesbaden

WILDE, V. (1989): Untersuchungen zur Systematik der Blattreste aus dem Mitteleozän der Grube Messel bei Darmstadt (Hessen, Bundesrepublik Deutschland).– Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **115:** 1-213, 5 Abb., 1 Tab., 30 Taf., Frankfurt a.M.

WILDE, V. & FRANKENHÄUSER, H. (1998): The Middle Eocene plant taphocoenosis from Eckfeld (Eifel, Germany).- Rev. Palaeobot. Palyn., **101:** 7-28, 1 fig., 2 tabs., 6 pls., Amsterdam

ZETTER, R. (2005): Die eozänen Braunkohleschichten aus dem Untertagebau Stolzenbach bei Kassel (PreußenElektra, Niederhessen) VIII Die Palynoflora.- Documenta naturae, in Vorb.

Manuskript bei der Schriftleitung eingegangen
am 11. Juli 2005

Anschrift des Verfassers
Dr. Hans-Joachim Gregor
Palaeo-Bavarian-Geological-Survey
Daxerstr. 21
D-82140 Olching
e-mail: h.-gregor@t-online.de

Anschriften der Beitragenden
Viktor Oschkinis,
Kasseler Str. 15
D-34582 Borken

Dr. Norbert Micklich
Geologisch-Paläontologische &
Mineralogische Abteilung
Hessisches Landesmuseum
Friedensplatz 1
D-64283 Darmstadt
e-mail: micklich@hlmd.de

Prof. Dr. Norbert Vavra
Institut für Paläontologie
Universität Wien, Geozentrum
Althanstraße 14, A-1090 Wien
e-mail: norbert.vavra@univie.ac.at

Prof. Dr. Ulf Thewalt
Universität Ulm
Sektion Röntgen- und Elektronenbeugung
D-89069 Ulm
e-mail: Ulf.thewalt@chemie.uni-ulm.de

Addendum
Im 1. Obergeschoss des Naturkundemuseums Kassel werden die meisten Funde aus Stolzenbach in einer speziellen Vitrine – kombiniert mit einer farbigen Rekonstruktion (von Thomas Martin, Kassel) – ausgestellt.
Der paratropische Sumpf- und Regenwald des Eozän geht in der Komposition in subtropischen Kasseler Meeressand und ebensolche miozäne Tuffite vom Eichelskopf über.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Philippia. Abhandlungen und Berichte aus dem Naturkundemuseum im Ottoneum zu Kassel

Jahr/Year: 2005-2006

Band/Volume: 12

Autor(en)/Author(s): Gregor Hans-Joachim

Artikel/Article: Pflanzen und Tiere aus den eozänen Braunkohlen des Untertagebaues Stolzenbach bei Kassel (PreußenElektra, Niederhessen) 147-181