

Neue paläobotanische Untersuchungen an den Braunkohlen der Oberpfalz

Von W. Jung, München

Herrn Prof. Dr. Karl MÄGDEFRAU zur Vollendung des 65. Lebensjahres gewidmet

Vorbemerkung

Nach dem Ende des 2. Weltkrieges war es B. L. MEYER, ein Schüler von K. MÄGDEFRAU, der sich zuerst der Oberpfälzer Braunkohlen annahm und deren Mikroflora in seiner Dissertation auswertete. Kurze Zeit später unterzog wieder eine MÄGDEFRAU-Schülerin, B. TAUPITZ, die Braunkohlensignite von Wackersdorf in ihrer Staatsexamensarbeit einer kurzen Durchsicht. Es ist daher angebracht, wenn der Verfasser, der selbst KARL MÄGDEFRAU als seinen Lehrmeister nennen darf, in folgendem Jubiläums-Aufsatz kurz über eigene neue Ergebnisse berichtet, welche die Beschäftigung mit den Oberpfälzer Braunkohlen bislang erbracht hat.

Die jungtertiären Braunkohlenlager der Oberpfalz haben seit jeher nie diese wissenschaftliche Beachtung erfahren wie andere, mächtigere und ergiebigere Braunkohlenlagerstätten Europas. Gilt dies schon für die Geologie (KLÜPFEL 1923, Vorwort), so erst recht für die Paläobotanik.

Zwar widmet schon GÜMBEL (1853) den in den Begleitschichten der Oberpfälzer Kohle vorkommenden Diatomeen eine kleine Studie, bestimmte G. KRAUS (1864) erstmals mehrere Lignite daraus, berichten GÜMBEL (1853, 1868), AMMON (1911) und BRUNHUBER (1921) allgemein über das Vorkommen pflanzlicher Reste in der ostbayerischen Braunkohle; aber die einzigen faßbaren botanischen Resultate bleiben bis in die Mitte unseres Jahrhunderts die kurzen Notizen von KIRCHHEIMER (1936a, 1936b, 1937a, 1937b) und E. HOFMANN (in WAPPENSCHMITT, S. 42—44) und die etwas umfanglichere Arbeit von ZEIDLER.

Erst den Publikationen von MEYER, REIN und PETERS nach dem zweiten Weltkrieg lagen intensivere Studien paläobotanischer Art an den Oberpfälzer Braunkohlen zugrunde. Die beiden ersten Autoren bedienten sich dabei der Pollen-, Ilse PETERS der Kutikularanalyse. Obgleich die Untersuchungen von MEYER und PETERS sich vor allem lediglich auf einige Kohlefelder bei Wackersdorf (5,5 km SE Schwandorf) erstreckten, verschafften sie recht gute Einblicke in die jungtertiäre Vegetationsgeschichte Ostbayerns und zeigen sie auf, daß an der Bildung der dortigen Braunkohlen in entscheidendem Maße Pflanzengesellschaften des offenen Wassers, des Uferbereiches, des Riedmoores und des Bruchwaldes beteiligt waren, was vorher von geologischer Seite (TILLMANN 1956) teilweise in Abrede gestellt worden war.

Im Oktober 1970 begann dann der Verfasser, sich mit der Oberpfälzer Braunkohle zu beschäftigen. Äußerer Anlaß war einmal die Nachricht über neuerliche Blattfunde, welche dem Autor von seiten der Leitung der Bayerischen Braunkohlen-Industrie AG Schwandorf im Frühjahr 1970 zugeing, zum anderen der von der Alexander-von-Humboldt-Stiftung ermöglichte Münchener Aufenthalt E. KNOBLOCHS (Prag), der seinerseits an den Pflanzenresten in der Oberpfälzer Braunkohle interessiert war, um sie mit jenen der benachbarten böhmischen Kohle vergleichen zu können.

In einem gemeinsamen Artikel (JUNG & KNOBLOCH) haben wir beide bereits in allgemeinverständlicher Form über unsere Untersuchungsergebnisse berichtet. Da jener Aufsatz sehr allgemein abgefaßt ist, mittlerweile definitivere Resultate vorliegen und manch interessante Einzelheit verständlicherweise dort nicht enthalten sein konnte, außerdem im

Frühjahr 1971 weitere Beobachtungen gesammelt wurden, soll an dieser Stelle nochmals auf die Untersuchungen des Jahres 1970 und 1971 eingegangen sein, soweit der Verfasser daran selbst Anteil hatte.*)

Deren Ergebnisse verteilen sich auf zwei Komplexe:

1. Der erstmalige Nachweis einer in situ lagernden „Mastixioideen-Flora“ im bayerischen Braunkohlentertiär

Bei der Inangriffnahme der erneuten paläobotanischen Durchforschung der Braunkohlen um Wackersdorf und Ponholz erschien es besonders verlockend, karpologische Reste zu suchen und zu bearbeiten. Nicht nur weil seit KIRCHHEIMER (loc. cit.) im Gebiete nichts mehr in dieser Hinsicht geschehen war, sondern weil derartige Funde auch das jungtertiäre Florenbild abrunden konnten, welches sich aus dem Studium der meist lediglich aus Blattabdrücken oder Kieselhölzern bestehenden, miozänen bis unterpliozänen Molasse-Floren Südbayerns ergeben hatte (JUNG 1963, 1966, 1968, 1970; SELMEIER 1958, 1967, 1968, 1970). Deshalb zog ein durchschnittlich 8 m mächtiges Sandpaket im Tagebau Oder 2 (3 km S Wackersdorf) der Bayerischen Braunkohlen-Industrie (abgekürzt BBI) schon bei der ersten Begehung die Aufmerksamkeit auf sich. Ist doch aus vielen Beispielen bekannt, daß die schwereren Früchte bevorzugt in sandigen Sedimenten zur Ablagerung kamen.

Das erwähnte Sandpaket war durch gesimsartig vorspringende Tonlagen untergliedert, die mitunter 50 cm Mächtigkeit erreichten (Abb. 1). Im allgemeinen waren aber diese Tonlagen nur wenige Zentimeter stark und häufig keilten sie rasch aus. Überhaupt wiesen sie immer noch einen recht hohen Sandgehalt auf. In den stets mächtigeren Feinsandpartien wechselte Kreuz- mit Bogen- oder Schrägschichtung lebhaft ab. Nach SW und NO zu verzahnte sich dieses auffällige, mit ca. 10° nach NO einfallende Sedimentpaket mit einem grauen, mangelhaft geschichteten Ton von durchschnittlich 5 m Mächtigkeit, der es auch insgesamt unterlagerte (Abb. 2). In den Feinsanden des geschilderten Sedimentstoßes konnte der Verfasser nun tatsächlich bereits beim ersten Besuch am 6. 10. 1970 eine reiche Fruchtflora entdecken und sie zusammen mit den Präparatoren A. SCHÖBERL und H. MERTEL während einer Ende Oktober 1970 durchgeführten zweiwöchigen Grabungskampagne der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie gewinnen. Abweichend vom üblichen Verfahren wurde dabei der fossilführende Sand bereits an Ort und Stelle geschlämmt. Nur so war es möglich, während des genannten Zeitraumes ungefähr 10 t Sediment zu verarbeiten.

Innerhalb des 8 m mächtigen Paketes, das ich für den Teil eines tertiären Deltas halte, beobachteten wir eine regelmäßige und gesetzmäßige Fossilverteilung: Der Sand enthielt die schwereren Früchte, die feinen Tonbänder bestanden dagegen großtenteils aus dicht gepackten Blättern. Wie die kutikularanalytische Bearbeitung letzterer durch Dr. KVAČEK (ebenfalls Prag) ergab, gehören tatsächlich Früchte (bzw. Samen) und Blätter den gleichen Arten zu. Beide Organtypen liegen eindeutig auf allochthoner Lagerstätte, wurden vom Wasser zum Einbettungsort erst transportiert. Man muß also erwarten, daß die Fossilien bevorzugt Arten fernab gewachsener Pflanzengesellschaften zugehören werden.

Stratigraphisch ist die Zuordnung der Fundschichten eindeutig: Sie bilden samt dem grauen, bröcklichen Ton im Liegenden, der übrigens ebenfalls fossile Blätter lieferte, das sogenannte Hauptzwischenmittel des Oberpfälzer Braunkohlentertiärs, das nach bisherigen geologischen Vorstellungen insgesamt dem unteren Obermiozän, also dem Torton zugehören soll (TILLMANN 1964). An der Fundstelle war denn auch im Liegenden das Unter-

* In einer gemeinsamen Publikation werden im Heft 11 der „Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie“ Dr. E. KNOBLOCH, Dr. Z. KVAČEK, Dr. A. SELMEIER und der Verfasser über die vorläufigen Gesamtergebnisse ihrer Beschäftigung mit dem Braunkohlentertiär um Wackersdorf und Burglengenfeld berichten. Im Mittelpunkt werden dabei aber die Resultate der Bestimmung der Blatt- und Holzreste, sowie die stratigraphische Auswertung und die Darlegung der Geologie an den einzelnen Fundpunkten stehen.

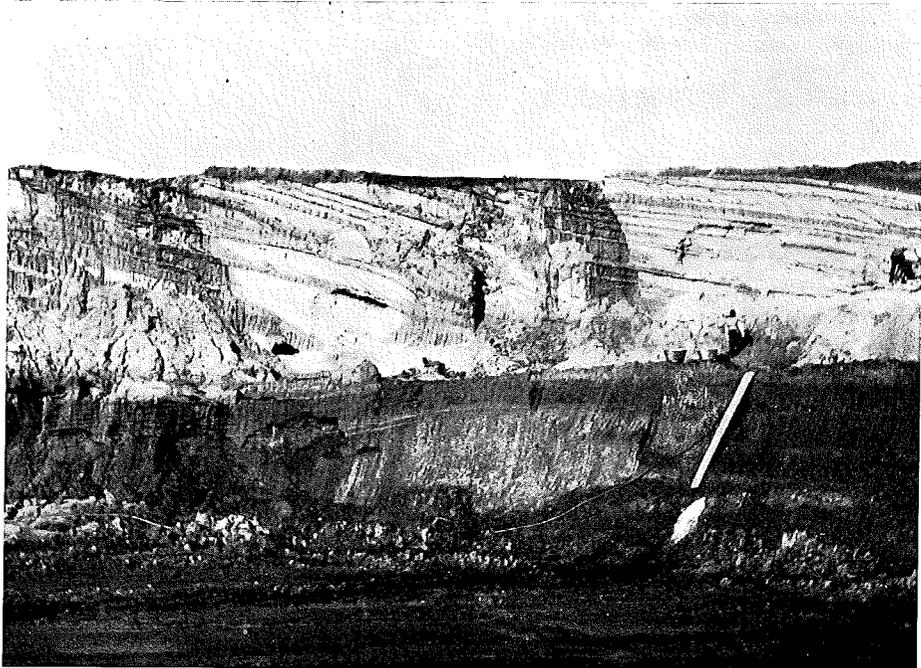


Abb. 1: Fundstelle der „Mastixioideen-Flora“ in Oder 2: hell die Sandpartien, dunkler die Tonlagen.

Abb. 2: Lagerungsverhältnisse an der Fundstelle; deutliche Dreiteilung: zuoberst (hell) Sedimentpaket mit der „Mastixioideen-Flora“ (= sandiger Teil des Hauptzwischenmittels), darunter (mittelgrau, mit Brett) toniger Teil des Hauptzwischenmittels, zuunterst (dunkelgrau bis schwarz) Unterflöz, die Tagebausohle bildend.

flöz auf weiter Fläche durch den fortschreitenden Kohleabbau freigelegt (Abb. 2). Obzwar die karpologische Sichtung und Bestimmung angesichts der Fülle des Materials noch längst nicht abgeschlossen ist, kann einstweilen bereits eine vorläufige Fossiliste gegeben werden:

Liste der bis jetzt aus den Sanden des Tagebaus Oder 2 nachgewiesenen Frucht- und Samenformen

(vorherrschende Arten sind fettgesetzt)

- A. Pflanzen feuchter bzw. nasser Standorte
Glyptostrobus europaeus (Brgt.) Heer (Einzelfund)
Stratiotes kaltenordheimensis (Zenk.) Keilh.
Potamogeton sp. (Einzelfund)
Spirematospermum wetzleri (Heer) Chandl. (Einzelfund)
Myrica suppani Kirchh.
Ceratophyllum sp.
Nyssa ornithobroma Ung.
 incertae sedis:
Spondiaecarpum turbinatum Menz. (Einzelfund)
- B. Pflanzen vermutlich relativ trockener Standorte
1. Arktotertiäre Sippen (nach MAI 1967)
Pinus sp.
Cupressoconus sp. (Einzelfund)
Carya ventricosa (Stbg.) Ung. (Taf., Fig. 9)
Pterocarya sp.
Alnus sp.
Quercus sp.
? *Distylium* sp.
Liquidambar sp. (Taf., Fig. 10)
Staphylea sp.
Paliurus sp.
Vitis teutonica A. Br.
Vitis sp.
2. Paläotropische Sippen (nach MAI 1967)
Epipremnum sp. (Einzelfund)
Castanopsis sp.
Magnolia sinuata Kirchh. (Taf., Fig. 7)
Ocotea rhenana Menz. (Taf., Fig. 6)
Euryra stigmosa (Ludw.) Mai
Ilex sp.
Turpinia ettingshauseni (Engelh.) Mai
Cayratia nov. spec.
Ampelopsis ludwigi (A. Br.) Dorov.
Ganitrocera persicoides (Ung.) Kirchh. (Taf., Fig. 1)
Retinomastixia schultei Kirchh. (Taf., Fig. 3)
Tectocarya cf. *lusatica* Kirchh. (Taf., Fig. 2)
Mastixia amygdalaeformis (Schloth.) Kirchh. (Taf., Fig. 5)
Arctostaphyloides menzeli Kirchh.
Rebderodendron ehrenbergi (Kirchh.) Mai (Taf., Fig. 4)
Symplocos lignitarum (Quenst.) Kirchh.
Symplocos salzhausensis (Ludw.) Kirchh. (Taf., Fig. 8)
Symplocos sp.
 incertae sedis:
Carpolithus latisiliquatus (Ludw.) Mai
Sapindoidea globosa (Ludw.) Kirchh.

Zunächst ist aus dieser Aufstellung ersichtlich, daß, entsprechend meiner obigen aus der Fundsituation abgeleiteten Schlußfolgerung, Wasser- und Sumpfpflanzen oft lediglich in Einzelfunden vorliegen. Weiter ist zu ersehen, daß das sogenannte „paläotropische“ Element in den Sanden von Oder stärker als das arktotertiäre vertreten ist. Insbesondere sind es die Mastixiaceen und Symplocaceen, welche unter den laurophyllen Sippen den Ton angeben.

Diese laurophyll, kurz „Mastixioideen-Flora“ genannte Gesellschaft ist ein besonders charakteristischer Bestandteil vieler mitteleuropäischer Tertiärfloren. Der Begriff wurde seinerzeit von KIRCHHEIMER geprägt (1938), der diese Fossilgesellschaft in zahlreichen Veröffentlichungen beschrieb (vergl. seine zusammenfassende Darstellung 1957) und der glaubte, miozäne und pliozäne Tertiärfloren ohne Mastixioideen von älteren Tertiärfloren mit Mastixioideen stratigraphisch trennen zu können. Diese Ansicht hat sich als falsch herausgestellt. Man kennt heutzutage eine ganze Reihe einwandfrei miozäner „Mastixioideen-Floren“, worunter man jetzt auch nicht mehr nur Tertiärfloren, in denen tatsächlich Mastixioideen vertreten sind, versteht, sondern „alle Tertiärfloren, in denen das paläotropische Element, wie es ENGLER (1882) definierte, überwiegt“ (MAI 1967, S. 58).

Mit den Funden in Oder ist für Bayern erstmals eine solche „Mastixioideen-Flora“ in anstehendem Tertiär bekannt geworden. Zuvor waren hierzulande derartige Frucht- und Samenreste nur aus alten, in verschiedenen Museen und Sammlungen lagernden Materialien der oberfränkischen Braunkohlen (Fundlokalität: Seußen bei Arzberg) bekannt. Entdeckt und erst richtig determiniert hatte diese Fossilien wiederum KIRCHHEIMER (1935), der auch in einer Reihe von weiteren Beiträgen näher auf sie einging (1936c, 1939, 1941). Da jenes Mastixioideen-Material aus Oberfranken schon seit vielen Jahrzehnten in den Sammlungen lagerte, ist die Kenntnis seiner genauen stratigraphischen Herkunft verloren gegangen. Insbesondere blieb bis heute ungeklärt die stratigraphische Position dieser Fruchtfunde gegenüber der im gleichen Gebiete aufgesammelten tertiären Blätterflora, die ja einen bemerkenswert hohen Anteil an Arktotertiär-Elementen aufweist (GÜMBEL 1853, S. 88/89, 1879, S. 602/603, MAI 1964, S. 135/136, KNOBLOCH in Druck).

Ich halte es für verfrüht, schon jetzt detaillierte Schlüsse aus den Oberpfälzer Aufsammlungen ziehen zu wollen. Dazu müßte erst das gesamte karpologische Material ausgewertet, die mit den Fruchtresten zusammen gefundenen Holzstückchen bestimmt und aus den tonigen, blätterreichen Schichten weiteres, mazerierbares Material aufgesammelt worden sein. Es seien an dieser Stelle aber einige Fragenkomplexe aufgezeigt, die im Gang der weiteren Untersuchung ausführlicher erörtert werden müssen:

Zum Beispiel setzt eine derartige Entfaltung laurophyller Gattungen und Arten ein entsprechendes Klima voraus. Deshalb sind die verschiedenen „Mastixioideen-Floren“ des europäischen Tertiärs schon intensiv in dieser Richtung ausgewertet. Den wohl umfassendsten paläoklimatischen Beitrag zu diesem Punkt hat SCHWARZBACH (1966) geliefert. Nach Abwägung aller zu berücksichtigenden Gesichtspunkte kommt dieser Autor für die nieder-rheinische Braunkohlenformation, einem klassischen Stratum reicher „Mastixioideen-Floren“, zu folgenden Klimawerten (S. 48):

Kühlster Monat	8—10° C
Wärmster Monat	> 22° C
Jahresmittel	16—18° C
jährl. Niederschlag	> 1000 mm

Im Hinblick auf die Oberpfälzer Funde ist dabei wichtig, daß die rheinischen Mastixioideen-Floren nach dem heutigen Kenntnisstand wohl nur wenig älter oder überhaupt gleich alt (KEMPF 1968) und von ähnlicher Zusammensetzung sind, die Klimawerte SCHWARZBACHS deshalb durchaus eine reale Diskussionsgrundlage abgeben.

Zu hoch erscheinen die Angaben, die MAI (1964, S. 148), zunächst als summarische Werte, für die gleichfalls jungtertiären und auch ähnlichen „Mastixioideen-Floren“ der Lausitz gegeben hat. In einer späteren Arbeit hat dieser Bearbeiter dann (1967, S. 78) seine summarischen Angaben mehr differenziert. Seine nunmehrigen Angaben harmonisieren jetzt

mit den oben mitgeteilten Angaben aus den rheinischen Braunkohlen besser: MAI kommt für seine karpologisch unterschiedenen Florenzonen X und XII, welche nach meiner Ansicht alleine für einen Vergleich mit den Oberpfälzer Vorkommen in Frage kommen — dies kann man schon nach den bisherigen Bestimmungen aussagen — zu folgenden Werten:

Zone X	Zone XII
Jahresmittel 18,2° C	Jahresmittel 16,9° C
Januarmittel 14,4° C	Januarmittel 10,6° C
Julimittel 20,6° C	Julimittel 22,7° C
jährl. Niederschlag 2300 mm	jährl. Niederschlag 1600 mm

Da in der Fruchtfloren von Oder neben Resten überwiegend subtropischer Familien, wie der Symplocaceen, der Lauraceen und der Mastixiaceen, doch auch in beträchtlicher Individuenfülle solche gemäßigter, bzw. laubabwerfender Sippen (*Pterocarya*, *Liquidambar*) vertreten sind, hat der Verfasser bereits früher (in JUNG & KNOBLOCH, S. 8) die halbimmergrünen Mischwälder Süd- und Südostasiens zum Vergleich herangezogen und als entsprechende Klimawerte ein Jahresmittel von 18—19° C und jährliche, nurmehr periodisch fallende Niederschläge von über 1500 mm für die ostbayerischen Mastixioideen-Wälder angenommen (vgl. WALTER 1964, S. 243 ff.). MAI (1970) kommt in seiner jüngsten Publikation unabhängig zum gleichen Schluß, und spricht von tertiären „Mixed Broad-leaved Forests“, in denen vermutlich die subtropischen Tertiärpflanzen zusammen mit laubabwerfenden Arten gediehen. Unterstrichen wird diese Annahme durch die interessante Entdeckung MAIS, daß *Durania* keineswegs ein ausgestorbenes Symplocaceen-Genus, sondern die Styracaceen-Gattung *Rehderodendron* ist, eine Gattung des südchinesischen Lorbeergürtels, die aber auch noch in der „Mixed Deciduous Forest“-Stufe eine bedeutende Rolle spielt (WANG 1961). Und *Rehderodendron ebrenbergi* ist ein nicht sehr häufiges, aber doch unübersehbares Element auch in der „Mastixioideen-Flora“ von Oder 2 (s. Tafel, Fig. 4).

Für den Paläobotaniker eine recht wichtige Frage ist auch immer die nach dem geologischen Alter einer Flora. Hierzu ist in unserem Falle derzeit noch recht wenig Verlässliches zu sagen. Sicher ist, daß in der gesamten bayerischen Oberen Süßwassermolasse eine derart megatherme Flora noch nie entdeckt wurde. Es sind lediglich zahlreiche Funde von Einzelgliedern der „Mastixioideen-Flora“ bekannt. Ich erinnere an die verschiedenen Palmenfunde (MÄGDEFRAU 1956, JUNG 1967, S. 52), an die Nachweise von Lauraceen- und *Castanopsis*-Hölzern (SELMEIER 1967, 1968, 1970), an die reichlich laurophyll Blattformen enthaltenden Floren aus der weiteren Umgebung von Landshut, insbesondere an die Flora von Berg b. Mainburg (JUNG 1968) und an den Einzelfund eines *Symplocos lignitarum*-Endokarps (JUNG 1970, S. 547) bei Vilsbiburg.

In der Häufigkeit der Lauraceen-Reste am nächsten kommen die Blattfloren aus den niederbayerischen „Süßwasserschichten“ (GRIMM 1957, S. 137) und aus der sogenannten „Grauen Günzburger Molasse“ (RÜHL 1896, S. 412 ff.). Beide Vorkommen, welche ins obere Mittelmiozän (O-Helvet) zu stellen sind (GRIMM 1964, bzw. briefliche Mitteilung Dr. SCHLICKUM vom 2. 4. 1971) sind aber für einen stratigraphischen Vergleich nicht geeignet, weil es sich um fast reine Blattfloren handelt und aus beiden Gebieten keine Belege vorliegen oder doch höchstens einige wenige Handstücke.

Direkt auf das Fundgebiet beziehen sich die Angaben bei MEYER (1952, S. 55) und REIN (1961, S. 164). Beide stellen auf Grund der Ergebnisse der Pollenanalyse das Unterflöz von Wackersdorf in das oberste Mittelmiozän. Nach MEYER ist die Oberpfälzer Braunkohle „als Übergangsbildung vom Helvet zum Torton aufzufassen“. Der genannte Autor fährt fort: „Die Grenze Helvet-Torton darf im Liegenden des Wackersdorfer Oberflözes angenommen werden.“ Leider ist diese exakte Aussage, wohl, weil nicht gedruckt, bisher kaum in die stratigraphische Literatur eingegangen. Immerhin hat sich REIN dieser Ansicht angeschlossen; und GRIMM (1964, S. 155) hält die Oberpfälzer Braunkohlen wohl auch für zeitgleich entstanden mit den „limnischen Süßwasserschichten“ und damit für obersthelvetisch bis unterstortonisch (S. 151). Die säuger- und z. T. gastro-

podenreichen Braunkohlenvorkommen von Undorf, Viehhausen und Dechbetten nahe der Donau, auf die allein sich die zoopaläontologisch fundierten Altersangaben in der Literatur gründen (vgl. WAPPENSCHMITT 1936, TILLMANN 1964, TILLMANN & KIRSCHHOCK 1954), können wenig zu der Frage nach dem Alter der Mastixioideen-Fundschichten beitragen, da nach der Aussage der Pollenanalyse die donaunahen Kohlen und die Kohlen in der Umgebung von Schwandorf u. U. nicht genau gleichalt sein, vielmehr jene nur dem Wakkersdorfer Oberflöz entsprechen könnten (MEYER, S. 58).

Auch die, wie oben dargelegt, schon jetzt durchaus mögliche Verknüpfung mit den karologischen Zonen MAIS bringt wenig, weil diese ihrerseits noch ganz unbefriedigend in die zoopaläontologischen Zeittabelle eingestuft sind. Einstweilen kann konstatiert werden, daß die Oberpfälzer Braunkohlen vermutlich einen mittelmiozänen Anteil enthalten, in dessen oberen Bereich die Fundschichten mit der „Mastixioideen-Flora“ liegen könnten.

Eine weitere, recht wichtige Aufgabe bei der künftigen Bearbeitung wird sein zu prüfen, inwieweit der Artenbestand in der Oberpfalz der gleiche ist wie in Böhmen, der Lausitz, in Polen oder im Rheinland. MAI (1970) hat die wichtigen Gattungen *Mastixia* und *Symplocos* überprüft und die stratigraphische Reichweite der Arten neu festgestellt. Daraus ergibt sich klar, daß in Oder nur auch noch im Jungmiozän auftretende Arten wie *Mastixia amygdalaeformis*, *Symplocos salzhausensis* und *S. lignitarum* auftreten, die den höheren Florenzonen in der Lausitz, dem Braunkohlentertiär in Böhmen, Dänemark, Polen, dem von Salzhausen und auch von Seuß, sowie der niederrheinischen Braunkohle ebenfalls eigen sind. Man kann also jetzt schon sagen, daß die Oberpfälzer Braunkohle nicht nur im Pollen- und Kutikelbestand (MEYER, PETERS), sondern auch in der Zusammensetzung der „Mastixioideen-Flora“ keine prinzipielle Sonderstellung innerhalb der europäischen Tertiärfloren einnimmt, das Florenbild somit ein recht einheitliches ist. Allerdings bestehen augenfällige Größenunterschiede zu den entsprechenden Arten der rheinischen und Lausitzer „Mastixioideen-Flora“, worauf als erster KIRCHHEIMER (1939) bei der Beschreibung der Reste aus dem benachbarten Egerer Becken aufmerksam gemacht hat. So stellen die *Ganitrocera*-Steinkerne von Oder, nach der Größe gemessen, im Vergleich zu denen vor allem des Rheinlandes ausgesprochene Kümmerformen dar. Mir vorliegende Steinkerne aus Konzendorf erreichen gut das Doppelte an Größe, solche aus Wiesa immerhin noch das Eineinhalbfache. In Oder gehören derartig große *Ganitrocera*-Endokarpe zu den seltenen Ausnahmen. Bei anderen Arten sind die Größenunterschiede nicht so beachtlich. Es wird zu überlegen sein, welcher Faktor für die Größenunterschiede verantwortlich sein könnte. Sind es geographische Rassen oder nur der Ausdruck von Standortunterschieden — wie KIRCHHEIMER annahm —; oder kommt diesen Größendifferenzen sogar ein stratigraphischer Wert zu, insofern als dafür die im Verlauf des Tertiärs abnehmende Temperatur ein Kleinerbleiben der Mastixiaceen-Früchte bewirkt haben könnte, wie dies ja in der Gegenwart zum Beispiel bei manchen Gehölzen der montanen und subalpinen Region zu verzeichnen ist.

Eine Streitfrage ist neuerdings, inwieweit sich die „Mastixioideen-Flora“ an der Kohlebildung beteiligte.

Allgemein neigt man dazu, in dieser subtropischen Gesellschaft mehr eine Assoziation der Beckenferne zu sehen. Dies ist auch die Ansicht THOMSONS (1958, S. 552) der meint, daß „die meisten Vertreter der sogenannten Mastixioideen-Flora KIRCHHEIMERS nicht direkt den torfbildenden Pflanzenvereinen angehört haben.“ Jüngst hat nun MAI mehrfach (1964, 1967, 1970) die Meinung vertreten, daß laurophylle Gesellschaften durchaus kohlebildend auftreten könnten. Dies beobachtete MAI jedenfalls z. B. in der Oberlausitzer Tongrube Merka (1964, S. 67). Ja, dieser Autor glaubt sogar, daß „in den Braunkohlenmooren die laurophyllen Anteile beträchtlich anstiegen, weil nur die immergrünen Nebel- und Lorbeerwaldtypen unter sauren Milieubedingungen genügende Produktivität entwickeln.“ Mit anderen Worten, nach der Meinung MAIS gehörte die Mastixioideen-Gesellschaft zu den Hauptkohlebildnern. Jener hält die Pflanzen um *Mastixia* geradezu für „prädestiniert“ für die Besiedlung der kohlebildenden, oligotrophen Moore (1970, S. 464). Ihr scheinbares Fehlen in den meisten Braunkohlen führt MAI auf mangelhafte Aufsammlung und ungünstige Erhaltungsbedingungen zurück, gibt jedoch zugleich zu, daß die bisher be-

obachteten Massenvorkommen derartiger Früchte und Samen in fluviatilen Sanden und Schluffen gefunden wurden.

Für das Vorkommen von Oder kann sich der Verfasser vorerst nicht entschließen, die Argumentation MAIS zu übernehmen. Zwar sind tatsächlich die Kohlen der Tagebaue Oder 1 und 2 überhaupt noch nicht paläobotanisch untersucht. Nicht trifft dies aber zu für die Kohlen des Wackersdorfer Nord- und Westfeldes, für die Kohlen um Ponholz und bei Viehhausen. Unter den Kutikeln, welche PETERS in ihren Profilen fand, fallen Kutikeln von Lauraceen selbst überhaupt nicht ins Gewicht und auch sonstige laurophyllte Reste spielen kaum eine Rolle gegenüber Resten feuchter Gesellschaften. Dies steht in krassem Gegensatz zu dem Kutikelreichtum der Tonschichten unseres oben geschilderten Schichtpaketes, in dem laurophyllte, mazerierbare Blätter reichlich enthalten sind, steht aber auch im Widerspruch mit der Beobachtung an der Ponholzer Kohle, welche z. B. in größter Fülle — schon makroskopisch erkennbar — *Viscophyllum*-Kutikeln lieferte (unveröffentlichte Aufsammlungen), in der aber irgendwelche lorbeerartige Blätter fehlen.

Wäre die Mastixioideen-Flora in der Oberpfalz kohlebildend aufgetreten, bliebe es auch unverständlich, warum zwar Samen bzw. Früchte bestimmter Wasser- und sumpfbewohnender Pflanzen bereits früher in größerer Menge — es handelt sich z. T. ebenfalls um nichtveröffentlichte Aufsammlungen — aus den Oberpfälzer Kohlen zum Vorschein kamen, aber kein einziger Mastixiaceen-Steinkern, der wegen seiner Größe unmöglich hätte übersehen werden können, und der bestimmt irgendwann doch einmal in die Hände eines Geologen oder Botanikers und damit ans Licht der Öffentlichkeit gelangt wäre.

Das alleinige Vorkommen in den Sanden von Oder, also in einem fluviatilen Sediment, scheint mir Beweis genug, daß in der Oberpfalz die Mastixioideen-Gesellschaft nicht oder kaum an der tertiären Kohlebildung beteiligt war, sondern ihre Reste erst durch das Wasser von weiterher an den Ablagerungsort verfrachtet wurden. Jedenfalls läßt sich derzeit für eine andere Ansicht aus den Oberpfälzer Braunkohlen kein paläontologischer Beweis erbringen.

2. Ein neuerlicher Nachweis eines Stubbenhorizontes und eines Wurzelbodens im Oberpfälzer Braunkohlentertiär

Schon seit jeher spielte die Frage nach der Autochthonie oder Allochthonie der verschiedenen Kohlelagerstätten in der Literatur eine große Rolle. Mag auch heute allgemein diese Frage „endgültig zugunsten der Autochthonie entschieden“ sein (MÄGDEFRAU 1968, S. 49), so muß sie doch im Einzelfall immer wieder gestellt werden. Für das Braunkohlentertiär der Oberpfalz erwähnt zuerst GÜMBEL (1868, S. 789) aus der Zeche Augusta nahe Haidhof senkrecht in der Kohle stehende Baumreste. Bereits er zieht daraus den logischen Schluß, daß deshalb „die Entstehung dieser Braunkohlenflötze aus einem an Ort und Stelle gewachsenen, wahrscheinlich sumpfigen Walde“ anzunehmen sei.

Spätere Autoren, wie WAPPENSCHMITT (S. 30) und ZEIDLER (S. 208) folgen unter Anfügung weiterer Argumente den GÜMBELschen Vorstellungen. Beide schließen jedoch nicht aus, daß einige kleinere Kohlevorkommen, insbesondere die südlich der Donau, allochthon gebildet sein könnten. Ferner sei es „wahrscheinlich, daß sich hier und da Lagen umgelagerter Kohle“ — also sekundär allochthoner Kohle — „zwischen die sonst autochthonen Flötze einschalten.“

Andere paläobotanische Argumente anzuführen, erlaubte der damalige Stand der Durchforschung der ostbayerischen Braunkohlen nicht. Im Zusammenhang mit der ersten pollenanalytischen Bearbeitung der Kohlen des Wackersdorfer Reviers nimmt dann MEYER zu dem Problem Stellung. Das Fehlen von Wurzelböden, von Stubbenhorizonten, die rasch wechselnden Kohlemächtigkeiten, die auf kurze Distanz auskeilenden Tonzwischenmittel, und der hohe Mineralgehalt der Kohlen, denen andere Autoren freilich wieder eine besondere Armut an tonigem und sandigem Material bescheinigen (BAUBERGER & CRAMER 1961, S. 100), scheinen MEYER alles Kriterien für eine allochthone Entstehung vieler Kohlen um Wackersdorf zu sein. Einen ebenso hohen Anteil sieht er allerdings als auto-

chthon entstanden an, weil er selbst darin völlig ungestörte Pollensukzessionen verschiedener Sumpfwaldgesellschaften gefunden hatte. Ein weiterer sehr wesentlicher botanischer Beitrag ist die mittels Kutikularanalyse erarbeitete Studie von I. PETERS. Wiederum aus den Kohlen des Wackersdorfer (und Viehhausener) Reviers konnte sie die Reste verschiedener Hydrophyten-, Verlandungs- und Sumpfgesellschaften bestimmen, welche in bestimmter Weise des öfteren einander ablösten. Derartige Sukzessionsreihen sind gleichfalls nur möglich, wenn wir eine autochthon entstandene Kohle vor uns haben, deren Pflanzeninhalt also nicht willkürlich zusammengeschwemmt ist. Weiter ließ sich feststellen, daß ein Teil der Kohle in einem eutrophen See, also subaquatisch entstanden ist, wie dies bereits KIRCHHEIMER (1936a, S. 347) für die Vorkommen von Viehhausen und Haidhof aus dem Auftreten von *Trapa* und vor allem *Stratiotes* geschlossen hatte.

Trotzdem wurde immer wieder die Autochthonie der Wackersdorfer Kohlen in Frage gestellt und bei Gesprächen vor allem auf die scheinbar fehlenden Stubben- und Wurzelhorizonte in diesem Gebiet verwiesen.

Im April und Mai 1971 wurde ich nun von der bergbautechnischen Leitung der BBI Schwandorf darüber informiert, daß auf der Sohle des Tagebaues Murnerweiher im Kohlenfeld Rauberweiher (4 km nördlich Wackersdorf) ein besonders lignitreicher Horizont freiliege, der in reichem Maße mächtige, plattgedrückte Baumstämme enthalte. Da bereits bei früheren Besuchen die dort in großer Zahl herumliegenden Stubbenfragmente aufgefallen waren, die Bayerische Staatssammlung an der Bergung eines möglichst vollständigen Braunkohlenstammes Interesse zeigte, begann der Verfasser zusammen mit E. SCHMIEJA als Präparator und einem von der BBI zur Verfügung gestellten Arbeiter und unterstützt durch verschiedenes technisches Gerät, einen Stamm freizulegen. Die dabei und bei mehreren Probeschürfen angetroffenen Verhältnisse lassen sich völlig zutreffend mit den Worten GÜMBELS beschreiben (1868, S. 788): „Sehr merkwürdig sind die in den Braunkohlen horizontal liegenden, oft sehr langen Lignitstämme, während die Wurzelstrünke noch senkrecht in der . . . Kohle stehen, ja manchmal hängen beide noch zusammen . . .“. Die zum Teil noch berindeten Stämme wiesen in der Tat außerordentliche Dimensionen auf. Das längste Stammteil, das wir freilegten, und das auch — in Teile zersägt — in die Bayerische Staatssammlung nach München transportiert wurde, maß 22 m bei einer größten Breite (= Durchmesser) von ca. 1 m (ohne Rinde). Da der freigelegte Stamm am oberen Ende immer noch 66 cm Durchmesser aufwies — eine weitere Freilegung wäre nicht nur zu kostspielig, sondern auch wenig sinnvoll gewesen — kann die ursprüngliche Höhe des Baumes mit über 50 m errechnet werden bei einer Holzmasse von 19 m³. Sein Wurzelstrunk erreichte einen größten Durchmesser von 2,5 m. Er wurde gleichfalls geborgen. Allenthalben waren ungefähr im gleichen Niveau ähnlich dimensionierte Stämme (bis 1,20 m Durchmesser) samt aufrecht stehenden Stubben, beide oft angekohlt (vergl. WAPPENSCHMITT, S. 31), zu bemerken, so daß man mit Fug und Recht von einem „Stubbenhorizont“ sprechen kann. Er war auf einer Fläche von schätzungsweise 9—10 ha verfolgbar. Die Stubben saßen zum überwiegenden Teil einem grauen bis schwärzlichen Ton auf. Dieser Ton war reich durchwurzelt und bildete einen ausgesprochenen Wurzelhorizont, etwa 1,5 m unterhalb der Stubben. Mit diesen Beobachtungen sind somit die beiden wichtigsten Voraussetzungen für die Annahme eines autochthonen Pflanzenwachstums erneut nachgewiesen.

Wurzelholz in Form von Stubbenteilen und größere Stämme bemerkte ich auch in größerer Zahl im Tagebau Oder. Da nach Angabe einiger Arbeiter früher auch im Wackersdorfer „Nordfeld“ sehr gut erhaltene Wurzelstrünke zum Vorschein gekommen sein sollen, dürfte auch für diese Tagebaue das Vorkommen von Stubbenhorizonten zu vermuten sein.

Unklar bleibt zunächst, welche Bedeutung diese Stubbenhorizonte für die Vegetationsgeschichte des Oberpfälzer Tertiärs haben. Nach der holzanatomischen Bestimmung gehören die untersuchten großen Stämme sämtlich zu *Taxodioxylon gypsaceum* (Goepf.) Kräusel* (syn. *T. sequoianum* [Merck.] Goth.), einer Koniferen-Art, welche nach allgemeiner

* Herrn Dr. A. SELMEIER (München) danke ich für die Bestätigung meiner Bestimmung (mündl. Mitteil. vom 23. 6. 1971).

Ansicht der nordamerikanischen *Sequoia sempervirens* Endl. systematisch nahesteht. Für Wackersdorf haben bereits HOFMANN (in WAPPENSCHMITT 1936, S. 42) und TAUPITZ das reichliche Auftreten dieser Holzart erwähnt. Dagegen läßt sich nach KRÄUSEL (1919) nicht mehr überprüfen, ob G. KRAUS (1864) diesen Holztyp vorliegen hatte. Die Beschreibungen dieses Autors sind nach heutigen Gesichtspunkten zu unvollständig. Vielleicht wäre unser Holz unter seinen „*Cupressinoxyla*“ zu suchen.

Gewöhnlich werden derartige *Sequoia*-Horizonte als relativ trockene Phasen innerhalb der Braunkohlenbildungszeit angesehen, der *Sequoia*-Wald geradezu als Klimaxgesellschaft, als Endstadium (JURASKY 1936, S. 87) der Gesellschaftsentwicklung bezeichnet. Aber JURASKY (S. 75/76) gibt zu bedenken, ob die Standortansprüche im heutigen Reliktareal wirklich ohne weiteres auf das ausgehende Tertiär übertragen werden dürfen. Man wird in den nächsten Jahren für die Oberpfälzer Braunkohlen die Bedeutung und die Häufigkeit solcher *Sequoia*-Horizonte anhand von weiteren Beobachtungen feststellen müssen. Von früheren Bearbeitern glaubte übrigens MEYER Hinweise für trockenere Stillstandsphasen gefunden zu haben, während PETERS im Kutikelbestand keine Anzeichen dafür entdeckte.

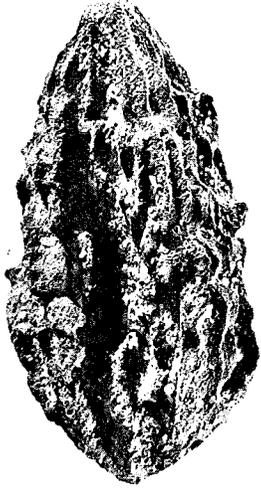
Der Verfasser hat auch diesmal wieder der Leitung der Bayerischen Braunkohlen-Industrie AG aber auch vielen anderen dort Beschäftigten aufrichtig zu danken für vielfältige und großzügige Hilfe. Sie war stets Voraussetzung für das Gelingen unserer Arbeiten. Jeder, der schon einmal in einer Sand- oder Tongrube, in einem Steinbruch oder einem Bergwerk Fossilien aufgesammelt hat, weiß ja, welch wesentliche Erleichterung für den sammelnden Paläontologen es bedeutet, wenn ihm manuelle und maschinelle Unterstützung durch den Besitzer zuteil wird. Von seiten der BBI geschah dies in jeder gewünschten und erdenklichen Weise.

Tafelerläuterung

- Fig. 1: *Ganitrocera persicoides* (Ung.) Kirchh., Steinkern (Inv. Nr. Bay. Staatssammlg. Paläontologie u. hist. Geologie 1970 X 2); 2/1
 Fig. 2: *Tectocarya* cf. *lusatica* Kirchh., Steinkern (Inv. Nr. 1970 X 3); 3/2
 Fig. 3: *Retinomastixia schultei* Kirchh., Steinkern (Inv. Nr. 1970 X 4); 2/1
 Fig. 4: *Rehderodendron ebrenbergi* (Kirchh.) Mai, Steinkern (Inv. Nr. 1970 X 6); 3/2
 Fig. 5: *Mastixia amygdalaeformis* (Schloth.) Kirchh., Steinkern (Inv. Nr. 1970 X 5); 2/1
 Fig. 6: *Ocotera rhenana* Menz., Cupula (Inv. Nr. 1970 X 8); 2/1
 Fig. 7: *Magnolia sinuata* Kirchh., Same (Inv. Nr. 1970 X 9); 4/1
 Fig. 8: *Symplocos salzhauseensis* (Ludw.) Kirchh., Steinkern (Inv. Nr. 1970 X 7); 5/1
 Fig. 9: *Carya ventricosa* (Stbg.) Ung., Nuß (Inv. Nr. 1970 X 11); 2/1
 Fig. 10: *Liquidambar* sp., Köcher (Inv. Nr. 1970 X 10); 2/1
 Photos: M. DRESSLER (Inst. f. Paläontol. u. hist. Geol. München)

Literatur

- AMMON, L. v., 1911: Bayerische Braunkohlen und ihre Verwertung. München. — BAUBERGER, W. & CRAMER, P., 1961: Erl. Geol. Karte Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 6838 Regensburg. München. — BRUNHUBER, A., 1921: Die geologischen Verhältnisse von Regensburg und Umgebung, 2. Aufl. Regensburg. — ENGLER, A., 1879/82: Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt, insbesondere der Florengebiete seit der Tertiärperiode I uu. II. Leipzig. — GRIMM, W.-D., 1957: Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse zwischen Inn und Rott (Niederbayern). Beih. Geol. Jb. 26, 97—200. — GRIMM, W.-D., 1964: Die „Süßwassersande und -mergel“ in der ostniederbayerischen Molasse und die Aussüßung des miözänen Brackmeeres. Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 4, 145—175. — GÜMBEL, C. W. v., 1853: Über die tertiären Diatomeenlager in den Braunkohlengediegen der Oberpfalz. Corr.-Bl. zool. min. Ver. Regensburg 7, 83—90. — GÜMBEL, C. W. v., 1968: Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges. Gotha. — GÜMBEL, C. W. v., 1879: Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges mit dem Frankenwalde und dem westlichen Vorlande. Gotha. — JUNG, W., 1963: Blatt- und Fruchtreste aus der Oberen Süßwassermolasse von Massenhausen, Kreis Frei-



1



2



3



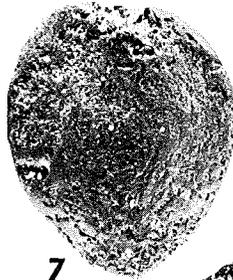
4



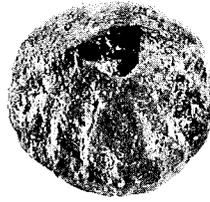
5



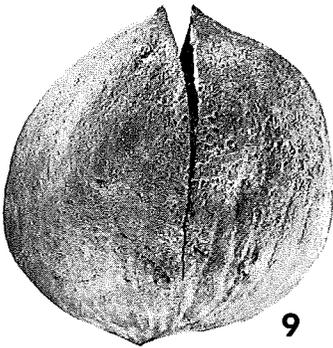
6



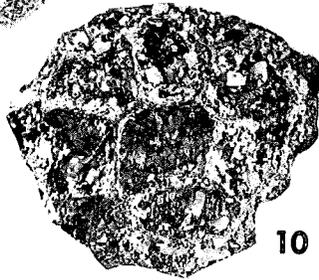
7



8



9



10

sing (Oberbayern). *Palaeontographica*, B, 112, 119—166. — JUNG, W., 1966: *Carpinus*-Fruchtreste (*C. tschonoskii*-Gruppe) aus dem südbayerischen Jungtertiär. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 79, 373 bis 376. — JUNG, W.; 1968: Pflanzenreste aus dem Jungtertiär Nieder- und Oberbayerns und deren lokalstratigraphische Bedeutung. *Jber. naturwiss. Ver. Landshut* 25, 43—71. — JUNG, W., 1968: Eine reiche Fundstelle obermiozäner Pflanzenreste in der Oberen Süßwassermolasse Südbayerns. *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.* 1970, 542—548. — JUNG, W. & KNOBLOCH, E., 1971: Die Braunkohle von Wackersdorf. *Bayer. Braunkohlen Bergbau* 80, 1—11. — JURASKY, K. A., 1936: Deutschlands Braunkohlen und ihre Entstehung. *Deutscher Boden*, Bd. 2. Berlin. — KEMPF, E. K., 1968: Die Mastixioideen-Flora von Adendorf (Miozän, Rheinland). *Zschr. deutsch. geol. Ges.* 118, 182—185. — KIRCHHEIMER, F., 1935: Weitere Mitteilungen über die Früchte und Samen aus deutschen Braunkohlen. *Braunkohle* 34, 289—294. — KIRCHHEIMER, F., 1936 (a): Paläobotanische Mitteilungen III u. IV. *Zentr. bl. Min. etc.*, B, 1936, 337—348. — KIRCHHEIMER, F., 1936 (b): Über die botanische Zugehörigkeit weiterer Früchte und Samen aus dem deutschen Tertiär. *Planta* 25, 481—490. — KIRCHHEIMER, F., 1936 (c): Zur Kenntnis der Früchte rezenter und fossiler Mastixioideen. *Beih. Bot. Centralblatt*, B, 55, 275—300. — KIRCHHEIMER, F., 1937 (a): Grundzüge einer Pflanzenkunde der deutschen Braunkohlen. Halle. — KIRCHHEIMER, F., 1937 (b): Beiträge zur Kenntnis der Tertiärflora. *Palaeontographica*, B, 82, 71—141. — KIRCHHEIMER, F., 1938: Beiträge zur näheren Kenntnis der Mastixioideen-Flora des deutschen Mittel- bis Oberligozäns-Beih. *Bot. Centralblatt*, Abt. B, 58, 303—375. — KIRCHHEIMER, F., 1939: Paläobotanische Beiträge zur Kenntnis des Alters deutscher Braunkohlenschichten V. *Braunkohle* 38, 747—750, 756—758. — KIRCHHEIMER, F., 1941: Bemerkenswerte Funde der Mastixioideen-Flora. *Braunkohle* 40, 610—617. — KIRCHHEIMER, F., 1957: Die Laubgewächse der Braunkohlenzeit. Halle. — KLÜPFEL, W., 1923: Zur geologischen und palaeogeographischen Geschichte von Oberpfalz und Regensburg. *Abh. Gießener Hochschulges.* 3, 1—90. — KNOBLOCH, E., 1972: Die tertiäre Flora von Seußen und Pilgramsreuth (Nordbayern). *Erlanger Geol. Abh.* — KRÄUSEL, R.; 1919: Die fossilen Koniferenhölzer (unter Ausschluss von *Araucarioxylon* Kraus). *Palaeontographica* 62, 185—275. — KRAUS, G., 1864: Mikroskopische Untersuchungen über den Bau lebender und vorweltlicher Nadelhölzer. *Würzburg. Naturwiss. Zschr.* 5, 144—200. — MÄGFEDRAU, K., 1956: Palmenhölzer aus dem bayerischen Miozän. *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.* 1956, 532—535. — MÄGFEDRAU, K., 1968: Paläobiologie der Pflanzen, 4. Aufl. Jena. — MAI, D. H., 1964: Die Mastixioideen-Floren im Tertiär der Oberlausitz. *Paläontol. Abh.*, B, 2, (1), 1—192. — MAI, D. H., 1967: Die Florenzonen, der Florenwechsel und die Vorstellungen über den Klimaablauf im Jungtertiär der Deutschen Demokratischen Republik. *Abh. zentr. geol. Inst. DDR* 10, 55—81. — MAI, D. H., 1970: Subtropische Elemente im europäischen Tertiär I. *Paläont. Abh.*, B, 3 (3/4), 441—504. — MEYER, B. L., 1952: Mikrofloristische Untersuchungen an jungtertiären Braunkohlenbildungen im östlichen Bayern. *Diss. Ludw. Max. Univ. München.* — MEYER, B. L., 1956: Mikrofloristische Untersuchungen an jungtertiären Braunkohlen im östlichen Bayern. *Geologica Bavarica* 25, 100—128. (Stark gekürzte Fassung der Dissertation!) — PETERS, I., 1963: Die Flora der Oberpfälzer Braunkohlen und ihre ökologische und stratigraphische Bedeutung. *Palaeontographica*, B, 112, 1—50. — REIN, U., 1961: Die Möglichkeiten einer pollenstratigraphischen Gliederung des Miozän in Nordwest-Deutschland. *Meyniana* 10, 160—166. — RÜHL, F., 1896: Beiträge zur Kenntnis der tertiären und quartären Ablagerungen in Bayerisch-Schwaben. *Ber. naturw. Ver. Schwaben u. Neuburg* 32, 329—490. — SCHWARZBACH, M., 1968: Das Klima des rheinischen Tertiärs. *Z. deutsch. geol. Ges.* 118, 33—68. — SELMEIER, A., 1958: Die Kieselhölzer des bayerischen Miozäns. *Jb. naturw. Verw. Landshut* 23, 24—96. — SELMEIER, A., 1967: Ein Lauraceen-Holz aus dem Miozän der Fränkischen Alb. — *Geol. Bl. NO-Bayern* 17, 70—84. — SELMEIER, A., 1968: Ein jungtertiäres Lorbeerholz aus der Moldanubischen Serie westlich von Alkofen (Niederbayern). *Jber. naturw. Ver. Landshut* 25, 113—127. — SELMEIER, A., 1970: *Castanopsis*-Hölzer aus obermiozänen Glimmersanden der südlichen Frankenalb. *Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol.* 10, 309—320. — TAUPITZ, B., 1957: Fossile Hölzer aus der obermiozänen Braunkohle Niederbayerns und der Oberpfalz. Zulassungsarbeit zum Staatsexamen Höhere Lehramt Bay. 1957. München. — THOMSON, P. W., 1958: Die fossilen Früchte und Samen in der niederrheinischen Braunkohlenformation. *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* 2, 549—553. — TILLMANN, H. 1956: Zur Geologie des Oberpfälzer Tertiärs und seiner Lagerstätten. *Festschr. 50 Jahre Bay. Braunk.-Industrie AG Schwandorf.* — TILLMANN, H., 1964: Jungtertiäre Sedimente am Rand des Grundgebirges Ostbayerns. *Erl. Geol. Karte Bayern* 1 : 500 000, 2. Aufl., 195—213. — TILLMANN, H. & KIRSCHHOCK, E., 1954: Neuere Untersuchungen im Braunkohlen-Tertiär der Oberpfalz I. *Geologica Bavarica* 21, 1—52. — WANG, Ch., 1961: The forests of China with a survey of grassland and desert vegetation. Cambridge (Mass., USA). — WAPPENSCHMITT, I., 1936: Zur Geologie der Oberpfälzer Braunkohle. *Abh. Geol. Landesuntersuchung Bayer. Oberbergamt* 25, 1—68. — ZEIDLER, H., 1938: Pflanzenreste aus der obermiozänen Braunkohle von Viehhausen bei Regensburg. *Palaeontographica*, B, 83, 196—211.