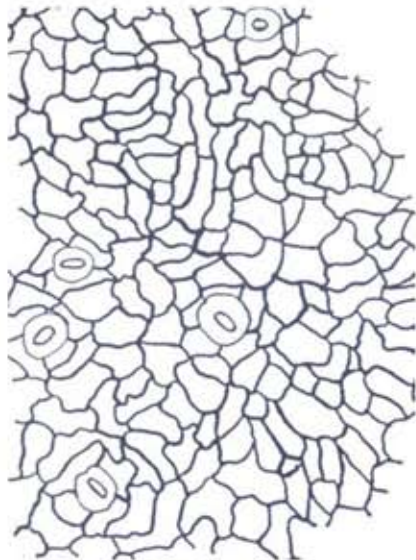


 **documenta**
naturae | no. 166

München 2007

**Leguminosenblätter des Geiseltales
(Eozän, Sachsen-Anhalt) und ihre
Beziehungen zum Alttertiär
Nordamerikas**



E. KAHLERT & L. RÜFFLE

DOCUMENTA NATURAE

Nr. 166 2007

ISBN-13: 978-3-86544-166-9 ISSN 0723-8428
ISBN-10: 3-86544-166-1

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

Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, D-82140 Olching
Dr. Heinz J. Unger, Nußbaumstraße 13, D-85435 Altenerding

Vertrieb: Dipl.-Ing. Herbert Goslowsky, Joh.-Seb.-Bach-Weg 2, 85238 Petershausen,
e-mail: goslowsky@documenta-naturae.de

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

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

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

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

©copyright 2007 Documenta Verlag. Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist
urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb des Urheberrechtsgesetzes
bedarf der Zustimmung des Verlages. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen jeder
Art, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und für Einspeicherungen in elektronische
Systeme.

Gestaltung und Layout: Juliane Gregor und Hans-Joachim Gregor

Umschlagbild: Kutikeln und Blatt von Leguminosen

www.palaeo-bavarian-geological-survey.de; www.documenta-naturae.de

München 2007

Documenta naturae	166	S. 1-33	5 Taf.	München	2007
-------------------	-----	---------	--------	---------	------

Leguminosenblätter des Geiseltales (Eozän, Sachsen-Anhalt) und ihre Beziehungen zum Alttertiär Nordamerikas

E. KAHLERT & L. RÜFFLE

Kurzfassung:

Blätter von fünf Leguminosen-Arten aus dem Geiseltal werden mit Eozän-Arten des amerikanischen Kontinents verglichen. Anzeichen zum Klimacharakter im Alttertiär werden diskutiert.

Abstract:

Five Legume-species from Geiseltal were compared with American Eocene species. Their climatic significance is discussed.

Schlüsselwörter:

Angiospermen, Blätter, Känophytikum, Alttertiär, Eozän, Geiseltal, Paläoklima

Key words:

Angiosperms, leaves, Cenophytic, Paleogene, Eocene, Geiseltal, palaeoclimate

Adressen der Autoren:

Office: Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin, Abteilung für Sammlungen, D-10099 Berlin, Tel. (030) 20938862

Privat: Dr. Eberhard Kahlert, Blankenburger Str. 134, D- 13156 Berlin

Privat: Dr. Ludwig Rüffle, Handjery-Strasse 48, D-12489 Berlin-Adlershof

Die Autoren sind Mitglieder der Paläobotanisch-Biostratigraphischen Arbeitsgruppe im Museum Günzburg und Naturmuseum Augsburg.

Inhalt	Seite
Kurzfassung - Abstract	1
1. Vorwort	2
2. Einleitung	2
3. Leguminosen	7
3.1. <i>Copaifera</i> L.	15
3.2. <i>Cassia</i> L.	16
3.3. <i>Gleditsiophyllum</i> BERRY	17
3.4. <i>Discrepoparicutis</i> KOVACH & DILCHER	18
3.5. <i>Podogonium</i> HEER	19
4. Zusammenfassung	20
Literatur	21
Tafelerklärungen	26

1. Vorwort

Das Geiseltal als international bekannte Braunkohlenlagerstätte ist bezüglich seiner Genese und seiner palaeontologischen Ergebnisse in umfangreichen Publikationen veröffentlicht.

Das Fossilmaterial hat hohes wissenschaftliches Interesse und ist für die Evolutionsforschung von Bedeutung.

Blattfossilien von Angiospermen aus den Randgebieten des eigentlichen Geiseltales wurden schon von HEER (1861) beschrieben und abgebildet. Es handelt sich um mehrere Lokalitäten unterschiedlichen Alters des Eozäns, in denen die Leguminosen (meistens Caesalpinaceae) nur am Rande blattmorphologisch beschrieben sind. Die systematische Erschließung des Geiseltales durch Tagebaue begann zur Jahrhundertwende. Blattfossilien und ihre anatomischen Untersuchungen wurden aber erst viel später durch HOFMANN (1931) bekannt.

Beziehungen der Geiseltal-Flora zum Eozän Nordamerikas (Wilcox-Formation) fanden erstmalig bei BEYN (1940: S. 425) Erwähnung. Seine *Cassia fayettensis* BERRY stützte sich aber nur auf die Abbildungen von BERRY 1930 (Taf. 46, Fig. 7, 8). Zu dieser Zeit gab es in der amerikanischen Literatur keine Hinweise auf Untersuchungen von Epidermen.

Kutikularanalytische Untersuchungen sind aber bereits durch KNOLL (1904) bekannt.

Mit der vorliegenden Arbeit unternehmen die Autoren den Versuch, 5 Blattarten des Geiseltales mit Hilfe der Epidermen auf Arten der Wilcox-Formation zu beziehen. Zwei davon stimmen mit den amerikanischen Epidermen vollständig überein.

2. Einleitung

Das Eozän des Geiseltales bei Merseburg ist pollenstratigraphisch ausführlich bei KRUTZSCH & al. (1992) dargestellt.

Diese Darstellung erfolgte im Rahmen einer allgemeinen Übersicht von Profilen des Alttertiärs und dessen wichtigen Leitfossilien. Die Pollenstratigraphie hat es ermöglicht, dass im Laufe mehrerer Generationen sich genug Material finden ließ, das auch von der botanischen Zugehörigkeit her tiefere Einsichten in die ökologischen globalen Zusammenhänge ergab. In diesem Rahmen ergibt sich ein Einblick ins Palaeo-Klima, bzw. eine Paläoklimatologie. Dies erstreckt sich nicht auf bloße biologisch-morphologische Analogien und deren Deutungen, deren Beweiskraft im Laufe geologischer Zeiträume ohnehin nicht belegt werden kann; in geologischen Zeiträumen spielen sich auch noch womöglich unbekannt phylogenetische Vorgänge ab, die Zirkelschlüsse ausschließen. Die wahren Dimensionen der Entwicklungen erschließen sich erst bei Verbindung verschiedener Spezial-Gebiete.

Erst in neuerer Zeit wurden bei der Kohlenbildung Regressionen und Progressionen genauer bekannt, bzw. deren Folgen für den Biotop genauer untersucht. FRIEDRICH (1883: S. 160) schätzte die klassischen Lokalitäten von Sachsen-Anhalt als Oligozän ein, wobei er Ober- bzw. Unter-Oligozän gelten ließ.

Die beschriebenen klassischen Lokalitäten führen aber unterschiedliche Floren. Er vermutete, dass es lokale Höhen-Unterschiede früher auch gegeben haben müsse. Die Vermutung, dass das Geiseltal und die Zeitzer Kohlen Eozän sein müssten, kam erst später auf (KRUTZSCH & al. l. c.: S. 233). So gehört die Kohle von Trotha bei Halle im unteren Teil zur Subzone 18, das Gleiche gilt für das Profil in Sieblos in Hessen (JÄHNICHEN & RÜFFLE 1988), in Frankreich als Sannoisien bezeichnet. In Hessen könne ein Teil der Lokalität schon ins Rupel hinein reichen. Die Kohlen von Oberröblingen und Stedten in Sachsen-Anhalt gehören ins Obereozän. Kennzeichnend ist ein Santalaceen-Pollen, *Mediocolpopollis compactus* KRUTZSCH (vgl. FRIEDRICH 1883: S. 162, 163, KRUTZSCH & al. l. c.: S. 233).

Lange Zeit ist nicht beachtet worden, dass die Trichter-Bildungen im Geiseltal innerhalb der Kohle eine andere Flora enthalten als die Kohle der näheren Umgebung. Ein Burseraceen-Pollen wie *Brosipollis striatobrosus* KRUTZSCH weist hierbei auf die Burseraceae hin.

Nach HEINRICH WALTER (1962: S. 222, 334) sind in der heutigen Sonora-Wüste solche wasserspeichernde Stämme bei dieser Pflanzenfamilie recht häufig. Die Pollen gibt es auch in der sog. „schwarzen Kohle“ im Geiseltal, die in den dreißiger Jahren abgebaut wurde (KRUTZSCH & al. l. c.: S. 179). Es gab im Geiseltal Unterbrechungen der Kohlen-Bildungen, die mit tektonischen Bewegungen verbunden waren. Zur Zeit solcher Trichterbildungen gab es offensichtlich im Bereich von Schwellenbildungen auch Abtragung der Kohle bzw. Stillstandszeiten. In diesen Zwischenzeiten dürften auch viele Quarzite bzw. Knollensteine (HEER, 1861) genetisch entstanden sein, offensichtlich ähnlich auch die Sandsteine von Staré Sedlő (KNOBLOCH & al. 1992).

Nach KRUTZSCH & al. (1992: S. 178 u. f.) ist das Geiseltal, und somit Kayna Süd 1, und Neumark Süd 28 nach der klimastratigraphischen Grundgliederung als Zone 15 zu bezeichnen, wobei weitere Untergliederungen möglich sind. Das Klima dürfte der Zone 5 im Sinne von HERMANN FLOHN entsprochen haben (l. c.: S. 151, Taf. 156, Abb. 4). Es gab 2 jährliche Regenzeiten sowie auch sommerliche Trockenheit. Wie in einer (inneren) äquatorialen Zone war genug Feuchtigkeit da. Indessen gab es an der Südseite so etwas wie ein Mediterran-Klima, d.h. eine trockene Randzone. Die Passat-Zone war aber immer wirksam. Es gab den Übergang zwischen Passat-Zone und tropischer West-Wind-Zone (l. c.: S. 148). Es gab auch im Winter Regen, wobei sich die Westwinde nach Norden zurück zogen. Zwei Regenzeiten entstehen dort, wo Passat-Regen (Monsun) sich mit Westwind-Einflüssen überschneiden. Im Herbst bringt der Passat die Niederschläge, im Frühjahr der Westwind. Hiermit erklären sich auch die doppelten Jahresringe der Nadelhölzer im Geiseltal. Im Übrigen finden sich die meisten Eozän-Relikte in der Kolchis (KOLAKOVSKIJ 1964). Die Ursache hierzu bilden aber nur die Gebirgs-Verläufe.

In der vorliegenden Arbeit behandeln wir Leguminosen-Arten, die sowohl im Eozän Europas wie auch Nordamerikas vorkommen. Übereinstimmungen gibt es so auch bei vielen Pollen-Gruppen. Die paläogeographische Karte bei KRUTZSCH & al. l. c.: S. 238 macht die erwähnten Befunde anschaulich.

Neben Blättern mit ihren Epidermen und Pollengruppen gewinnt die Bernsteinpaläontologie u. a. in der Paläoklimatologie an Interesse. Die Erhaltung verschiedenster Organismen wie Insekten, Krebsen, Spinnen und kleinerer Wirbeltiere ist in diesem Medium so günstig, dass auch grundsätzliche Fragen der Areal-Geographie der Organismen erörtert werden können, speziell unter dem Gesichtspunkt der Verschiebung des Klimagürtels in Äquatorrichtung (WEITSCHAT & WICHARD 1998).

Seit den Darstellungen von ETTINGSHAUSEN (1851-1852) besteht die Frage nach den Proteaceae im Alttertiär von Europa, obwohl gerade diese Pflanzenfamilie in der Gegenwart neben Süd-Afrika in Australien ihr Hauptverbreitungsgebiet hat. Auch in anderen Gruppen bleiben entsprechende Fragen ungeklärt oder wurden höchstens anhand einiger Verbreitungs-Mechanismen zu erklären versucht. Die heutige Verbreitung der Cycadeen und Araucaria JUSS. ist dagegen in Beziehungen zu ihrer ehemaligen Verbreitung zu einem guten Teil geklärt. KAHLERT & RÜFFLE (2007) haben für einige Angiospermen-Genera der Familien Flacourtiaceae, Burseraceae und auch Myricaceae und Proteaceae, d.h. deren mögliche fossile Verbreitung Daten gesammelt. Anregungen ergeben sich vor allem bei AXELROD 1975, 1986 sowie bei AXELROD & RAVEN 1978.

Besonders interessante klimatisch bedingte Beispiele aus der Zoologie bilden im Ostsee-Bernstein Fliegen und Spinnen (WEITSCHAT & WICHARD 1998: S. 114). Die Stielaugenfliegen (Diopsidae) sind in der Gegenwart in Sümpfen des tropischen Regenwaldes in Afrika häufig, und wurden neuerdings sogar im Bitterfelder Bernstein (Sachsen-Anhalt) gefunden (WEITSCHAT 1997: S. 180). Die Abneigung der jüngeren paläobotanischen Literatur der dreißiger Jahre in Mitteleuropa gegen die älteren Bestimmungen der Blätter-Funde aus dem Tertiär scheint aus dieser Sicht vordergründig bzw. unbegründet, zum Mindesten seit die Kutikularanalyse sowie Pollenanalyse mehr oder weniger grundsätzlich angewendet werden, speziell möglichst auch an den Typus-Exemplaren der älteren Autoren wie z. B. BERRY oder ENGELHARDT.

PRIEMER (1892) hat die Blatt-Anatomie der rezenten Caesalpiniaceae näher untersucht. Die Schließstellen der Stomata werden von zwei dem Spalt parallelen großen Nebenzellen umgeben. Sie können gleich groß, aber auch verschieden groß sein. Oder es sind mehrere Nebenzellen, die dann ganz unregelmäßig sind. Je nachdem kann man auf einen wichtigen taxonomischen Wert rechnen. Oft seien die Schließzellen eingesenkt. Die Schließzellen seien oft durch Kutin briefcouvert-artig verdickt. Beispiele sind bei DELLIEN (1892) abgebildet. (Diese Bildungen gehen offenbar bei der Mazeration verloren und kommen evtl. nur sporadisch vor).

Die Zurückhaltung der Autoren vor dem zweiten Weltkrieg kann heute als überwunden gelten. Die vorliegende Arbeit soll ein Beitrag zur Bestimmung von Leguminosen-Resten aus dem Eozän des Geiseltales geben.

NEMEJC (1975: S. 178) hat zusammenfassend wichtige Leguminosen-Beispiele der älteren Literatur abgebildet. Tafel 13, Figur 15 zeigt ein gegabeltes Blatt. „*Bauhinia cretacea* NEWBERRY“ aus der Oberkreide Amerikas (Amboy clays). Diese Blätter sind in der Kreide nicht selten und gehören wohl eher in die Verwandtschaft von *Liriodendron* L. Dagegen ist auf Funde von Leguminosen-Blättern aus den Mungo-Schichten von Kamerun hinzuweisen. Diese Schichten sollen nach MENZEL (1909) zur Oberkreide (Senon) gehören. Es sind Fiederblätter, die durchaus zu den Leguminosen gehören dürften und zwar eher zu den Caesalpiniaceae als zu den Mimosaceae.

Die Beschreibung von fossilen Resten der Leguminosen, besonders von Hölzern, aber auch Blättern stellen einen großen Anteil innerhalb der älteren paläobotanischen Literatur dar. Besonders die fossilen Hölzer aus tropischen Gebieten haben ein weites Interesse gefunden. Demgegenüber erscheinen Darstellungen zu den Pollen der Leguminosen bis in die neuere Zeit zurückhaltend, von Mimosaceae abgesehen. Eine Charakteristik der Gruppe, speziell in ökologischer Sicht ist bei

RÜFFLE & al. (1976: S. 351) zusammengefasst. Sie basiert auf der Literatur von Südeuropa. Die Fiederblätter der Mimosaceae sind in den meisten Fällen in den südeuropäischen Sedimenten durch ihre Eintönigkeit leicht zu erkennen. Dies betrifft auch die Mimosaceae im Geiseltal als extrazonale Vegetation. Solche Blätter wie auch die Pollenmassulae der Mimosaceae gibt es weder im Eozän vom Geiseltal noch in Messel. Dagegen sind sie wichtig im Unteroligozän von Sieblos an der Wasserkuppe (Rhön). JÄHNICHEN & RÜFFLE (1988: S. 76 u. f. Taf. 5) stellen einige Beispiele von *Mimosites haeringiana* ETT. und *Inga edulis* MART. zusammen (dort teilweise mit *Zanthoxylon* verwechselt).

Auch in Sieblos überwiegt aus nahe liegenden Gründen die zonale Vegetation wie erwähnt gegen die eingestreuten Mimosaceae (RÜFFLE 1976: S. 352). Im Unteroligozän von Kiseged bei Eger (Ungarn) gibt es schon asymmetrische große Blätter wie *Phaseolithes* UNG. (ANDREANSZKY & NOVAK 1957: S. 50). Im georgischen Pliozän gehören sie, wie z. B. *Desmodium maximum* (UNG.) KOLAKOVSKIJ (1964: S. 114, Taf. 43, 44) oder *Pithecolobiophyllum* KOL. (in HERENDEEN & DILCHER 1992: S. 195) schon eher zur zonalen Vegetation. Auch andere Gruppen, soweit sie vom Eozän in Europa beobachtet werden, gehörten im georgischen Jungtertiär durchaus zur zonalen Vegetation. Mimosaceae werden hierbei nicht genannt trotz der weiten Verbreitung von *Albizzia julibrissin* BOIV. und anderer nahe stehender Arten, bis in die Gegenwart.

Die Bearbeitung der Eozänen Flora von Messel durch ENGELHARDT (1922: Taf. 37-40) macht allein schon durch die Abbildungen der Blätter, aber auch einiger Hülsen die Anwesenheit vieler Leguminosen ziemlich sicher, obwohl ein Blatt auf Tafel 38, Figur 7 wohl eher zu den Myrtaceae zu stellen ist. Dass dennoch die Mehrzahl derjenigen asymmetrischen Blätter von Messel, wie sie wohl zu den Leguminosen gehörten, nicht nur zu *Gleditsia* L., sondern darüber hinaus auch zu weiteren Caesalpiniaceae, wie besonders *Cassia* L. gehört haben müssten, ist bemerkenswert. Dem Autor, ENGELHARDT, waren die Angaben der älteren Autoren zu *Cassia* L. offenbar gut bekannt, sodass er möglicherweise seinem jüngeren Nachfolger MENZEL (1897: S. 25) diese zur Veröffentlichung überlassen hat.

Beziehungen zur Alttertiärflora Amerikas (BERRY 1916, 1924, 1940) ließen sich auf Grund der Abbildungen bei ENGELHARDT (l. c.) und bei FRIEDRICH (1883) vor 30 Jahren nur oberflächlich vermuten. Es war zunächst nur möglich, von Kayna-Süd 1 ein einfaches Fiederblatt, *Gleditsia* sp., abzubilden, ohne dass ein Vergleich mit den reichen amerikanischen Funden lohnend erschien (RÜFFLE 1976: S. 352, Taf. 64, Fig. 4).

Inzwischen hat WILDE (1989) eine wertvolle Neubearbeitung der Eozän-Flora von Messel veröffentlicht. Und es liegen mit den Neuuntersuchungen der Originale von BERRY (l. c.) durch HERENDEEN & DILCHER (1992) sowie KOVACH & DILCHER (1984) weitere wertvolle Beiträge vor, die den Zusammenhang der Eozän-Flora von Europa mit Nordamerika auf Artbasis belegen. JONES & DILCHER (1988) bestätigen unsere früheren Vermutungen (RÜFFLE 1976: S. 243 u. f.) für die Fagaceae (*Dryophyllum* DEBEY), und auch für die Theaceae gibt es solche engen Beziehungen (RÜFFLE & KRUTZSCH 2005).

Mithin lag es nahe, die nähere Bearbeitung der als Leguminosen verdächtigen Blätter des Geiseltales in Angriff zu nehmen. Die abgebildeten Blätter befinden sich alle im Geiseltal-Museum in Halle/Saale.

Herrn Prof. Dr. W. KRUTZSCH (Institut für Paläontologie der Freien Universität Berlin) danken wir für das Interesse an unserer Arbeit und die Beratung zu den angeschnittenen Fragen zur Stratigraphie und Klimageschichte. Die langjährige Zusammenarbeit kann als vorläufig abgerundet angesehen werden. Ein Übergang zu weiter führenden Fragen sei dabei nicht ausgeschlossen.

Besonderer Dank gilt auch unserer Kollegin Petra Keßling für die Computer-Textbearbeitung und Kathrin Koschnik für die spektralanalytischen Messungen.

3. Leguminosen

Die Leguminosen waren im Alttertiär weit verbreitet. Die Blätter wurden schon in der älteren Literatur meistens als *Dolichites* UNG. und *Phaseolites* UNG. bezeichnet. Hülsenfrüchte sind vor allem aus Südeuropa bekannt geworden. Wie bei vielen Blättern der Leguminosen stößt wegen der vielen Analogien die Zuordnung der Hülsen zu heute bekannten Genera auf Schwierigkeiten.

Cassia L. und *Ceratonia* L. (Unterfamilie Cassieae), ebenso *Gleditsia* L., *Gymnocladus* LAM. und *Caesalpinia* L. werden oft genannt (KOLAKOVSKIJ 1964: S. 111 u. f.). Alle aus dem georgischen Pliozän genannten Genera werden in der botanischen Taxonomie dem Oberbegriff, d.h. der Familie Caesalpinaceae zugeordnet. Mindestens im Alttertiär waren die Caesalpinaceae in Europa und Nordamerika stark vertreten.

Die Paläobotanik ist nur ausnahmsweise in der Lage, fossile Leguminosen-Reste, seien es Früchte oder Pollen, mit einiger Sicherheit näher zu bestimmen, d.h. möglichst so zu differenzieren, dass sie in den oben genannten Kategorien, d.h. Genera der rezenten Taxonomie zum Ausdruck kommen. Indessen unterscheiden sich die unterschiedlichen Genera in der Ökologie der Gegenwart, d.h. in ihren heutigen Ansprüchen und Standorten nicht so grundsätzlich, dass ökologische Rückschlüsse auf fossile Vorkommen gänzlich ausgeschlossen werden müssten. Qualitative Aussagen über

frühere Biotope sind möglich, bzw. ergänzen sich durch Vergleiche mit anderen Gruppen. Die Vegetation verhält sich meistens konservativ. In bestimmten Positionen im Geiseltal (Mitteloozän) finden sich Lagen mit mumifizierten Fischen, d.h. in Dysodilen mit Massenansammlungen von Myrtaceen-Pollen und *Tricolporopollenites willrathae* KRUTZSCH. WOLFE (1962) sieht in letzterer Pollen-Art Reste von *Caesalpinia* L. Diese Art Pollen gäbe es auch in Amerika. Die Pollenfloren des Geiseltales stimmen im Wesentlichen mit der Pollenflora des Amerikanischen Eozän überein. Darüber hinaus zeigt sich ein solcher Zusammenhang noch deutlicher bei den Pollen aus dem Pariser Becken (SCHULER 1990).

Die vorliegende Arbeit behandelt Blätter aus dem Geiseltal speziell vom Mittel-Eozän in Kayna-Süd 1 und Neumark-Süd 28. Die betreffenden Arten wurden in Amerika schon durch HERENDEEN & al. (1992) sehr genau beobachtet und beschrieben. Die Epidermen bestätigen die bei den Pollen schon früher bekannt gewordenen Übereinstimmungen der Kontinente. Indessen kann es sich hier vorläufig nur um Beispiele handeln. Die Kohlen des Eozäns vom Geiseltal, wohl aber auch von Königsau, Nachterstedt und Böhlen in Sachsen-Anhalt zeigen in Streu-Präparaten neben den Pollen auch etliche Bruchstücke von Epidermen bzw. deren Kutikulen, die in Zusammenhang mit kompletten Blättern seit einiger Zeit (RÜFFLE & al. 1976, S.352) bekannt sind. Die Mehrzahl an Epidermis-Fragmenten, wie einige auf Tafel 1, Figur 3-6 abgebildet sind, zeigen aufgrund allgemeiner Rezent-Vergleiche zwar immer noch mehr Leguminosen an. Wie bei den Pollen und vielen Blättern gewinnt man auch hier nur selten genauere Merkmale für ein bestimmtes Genus. Als wichtig erscheint immer wieder nach rezenten Vergleichen, dass die Spaltöffnungen von einem Kranz von Nebenzellen umgeben sind, die eine starke Neigung für äußerst asymmetrische Gesamt-Figuration aufweisen. Wie auf Tafel 1, Figuren 1, 4 und 6 ersichtlich, ist eine Nebenzelle sehr breit und sehr flach, die andere dagegen fast unauffällig. Teilweise erinnert dieser Bau an eine spiralförmige Form, bei der die polaren Nachbarzellen einbezogen sind. Tafel 5, Figur 1 zeigt dieses Merkmal vom Geiseltal (Neumark-Süd 28) bei *Discrepoparicutis elongata* DILCHER & KOVACH. Die Oberseiten haben wir in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt. Sie bleiben weitgehend merkmalsarm.

Neben *Caesalpinia* L. und *Gleditsia* L. nennt MONIQUE SCHULER (1990: S. 46) noch *Crudia* SCHREB. Dieses Genus befindet sich heute im tropischen Südost-Asien und gehört zur Unterfamilie Amherstieae (innerhalb der Caesalpiniceae), die weiter unten im Zusammenhang mit Leguminosen-Bernstein erwähnt werden soll. In der Gegenwart finden sich ihre Vertreter im tropischen Wald von Südost-Asien, aber auch in den nördlichen Staaten von Süd-Amerika. Sehr große und ganz unterschiedliche Hülsen von Leguminosen aus dem Eozän vom Pariser Becken hat

WATELET (1866: S. 246, Taf. 59, 60) beschrieben und abgebildet. Nach der Übersicht von KNOBLOCH & al. (1996: S. 97) gibt es keine neue Bearbeitung. Die Abbildungen von WATELET erlauben es aber, wie im Beispiel der von SCHULER erwähnten *Crudia* SCHREB. deutlicher als im Geiseltal auf größere, mehr oder weniger tropische Klima-Verhältnisse zur Zeit des Eozän im Pariser Becken zu schließen. Im London Ton, ebenfalls Eozän, findet sich nach COLLINSON (1983: S. 43, Fig. 5) nur *Mimosites browniana* BOWERBANK (em. REID & CHANDLER 1933). Ähnlich ist nach der Abbildung eine Hülse vom Eozän von Messel bei Darmstadt, *Mimosites spiegelii* ENGELHARDT (1922: S. 108, Taf. 39, Fig. 1). Weder die Bezeichnung als *Mimosites* BOWERBANK noch die eigentlichen Abbildungen weisen speziell auf die Mimosaceae hin. Diese wären leicht durch die bekannten Pollen-Tetraden zu erkennen. Der Name der Frucht belegt nur die Zugehörigkeit zu den Leguminosen allgemein. *Gleditsia wesseli* WEBER bei ENGELHARDT (l. c. S. 115, Taf. 39, Fig. 3) könnte als Hülse vielleicht das Genus *Gleditsia* L. belegen und würde die oben genannten Pollenbestimmungen bestätigen. Interessant ist in diesem Zusammenhang eine Hülse, *Virgilia macrocarpa* SAPORTA (1867: S. 114-116, Taf. 14, Fig. 4). Diese gleichsam aufgeklappte Hülse bildet der Autor (1881: S. 280, Abb. 82) noch einmal von Manosque ab, und zwar als *Gymnocladus macrocarpa* SAP. KNOCHLOCH & Al. (1996: S. 97, Taf. 37, Fig. 7) haben entsprechende Früchte von den eozänen Staré-Sedlő-Schichten (ČZ) gefunden und abgebildet. Wahrscheinlich ist mit einer so charakteristischen Frucht das Genus *Gymnocladus* LAM. ganz gut zu belegen, zum mindesten aber die Unterfamilie Caesalpiniceae.

KOLAKOVSKIJ (1964: S. 116, Taf. 44, Fig. 3-5) bildet *Gymnocladus meoreatharica* KOL. aus dem georgischen Pliozän ab. Unseres Erachtens ist diese Art mit der von SAPORTA ungefähr identisch. Auch eine *Gleditsia allemanica* HEER wird genannt, sowie eine Art *Caesalpinia macrophyloides* KOL. und auch *Ceratonia emarginata* A. BR. (Johannesbrot-Baum), d.h. weitere Belege für die Unterfamilien Caesalpinieae und Cassieae. Auch andere Familien wie Araliaceae oder Theaceae des mitteleuropäischen Alttertiär bis Mittertertiär sind im Pliozän südlich vom Kaukasus quasi subfossil – oft mit Epidermis – leichter nachweisbar.

Das Nordamerikanische Alttertiär enthält offensichtlich mehr Leguminosen-Reste als das Alttertiär Mitteleuropas. Am wichtigsten ist die Wilcox-Formation (BERRY 1916: S. 245 u. f., Taf. 53 u. f.; BERRY 1924: S. 91 u. f., S. 169, Taf. 51 u. f. von der Lagrange- bzw. Jackson- Formation; BERRY 1930: S. 90 u. f., Taf. 42 u. f.).

Schon die Durchsicht der Bild-Tafeln zeigt eine solche Vielfalt, wie sie in Europa offensichtlich nur dem Eozän des Pariser Beckens vergleichbar ist (WATELET l. c.). *Leguminosites phyllocarpoides*

BERRY (1930: S. 90, Taf. 43, Fig. 4-6) von der Jackson-Formation ist bis zu 4 cm breit und 11 cm lang. Diese große Hülse erinnert nur noch entfernt an die eingangs erwähnten Hülsen von *Gymnocladus* LAM. von Europa und Georgien (Süd-Kaukasus).

HERENDEEN & DILCHER (1992: S. 92, Fig. 10-14 bzw. S. 133, Fig. 243-293) haben Belegstücke von BERRY (l. c.) nachuntersucht und verweisen auf das Genus *Ormosia* JACK. vom Regenwald auf Java und auf ein weiteres Genus *Afzelia* SM., welches wieder zur eingangs erwähnten Unterfamilie Amherstieae gehört und auf Java am Strand beziehungsweise auf feuchtem Sand vorkommen soll.

BERRY (1930: S. 82, Taf. 41, Fig. 5, Taf. 13, Fig. 1) bestimmte einige Blätter aus der Wilcox-Formation als *Hymenaea* L. Dieses Genus kommt gegenwärtig von Mexico bis zum weiter südlichen tropischen Amerika vor und gehört jedenfalls auch zur oben erwähnten Unterfamilie Amherstieae (Caesalpiniaceae). *Hymenaea* L. produziert Harz, d.h. den so genannten Leguminosen-Bernstein. Hier sei noch einmal an die Darstellung der Pollen von *Crudia* SCHREB. im Eozän vom Pariser Becken durch SCHULER (1990: S. 46) erinnert. Auch dieses Genus gehört zur Unterfamilie Amherstieae (Caesalpiniaceae). In dem Zusammenhang stellt sich die Frage, inwieweit überhaupt in den eozänen Kohlengebieten Europas Leguminosen-Harz zu erwarten ist, speziell in Sachsen-Anhalt, beispielsweise im Geiseltal oder in Bitterfeld.

Zum dominikanischen Bernstein (Kopal) geben G. und B. KRUMBIEGEL (1994: S. 55, 60) mehrere Beispiele. Für das Geiseltal und für Königsau ergibt die Infrarot-Spektroskopie fast nur Nadelholz-Harze. Es sei aber auf den Krantzit in Königsau aufmerksam zu machen (KRUMBIEGEL 1995: S. 145). Dieses Harz stamme von Angiospermen, werde aber mit den Styracaceae in Verbindung gebracht, sodass sich vorläufig kein Hinweis auf Leguminosen-Harz ergibt. Für den Bitterfelder Bernstein (Oberoligozän) geben YAMAMOTO & al. (2006: S. 34) auf Grund der Spektral-Analyse die Familien Burseraceae, d.h. die Genera *Bursera* L. und *Canarium* L. an, wie sie auf Grund von Blättern und Früchten aus dem Alttertiär Europas bekannt sind (KAHLERT & RÜFFLE 2007, GREGOR 1978), darüber hinaus aber auch Spuren von Dipterocarpaceae, für welche es im Alttertiär Europas und Nordamerikas sonst kaum nähere Belege gibt.

Die oft grauen oder weißen Gefäß-Bahnen vieler Leguminosen-Blätter, die besonders im Geiseltal auffallen, sind in dieser Beziehung noch nicht näher untersucht. Sie wurden bisher meist mit den Cassieae verglichen, nicht aber mit den Bernstein-Bildern der Amherstieae. Da die Amherstieae einsamige Hülsen haben (wie auch Dalbergieae) wäre ein solcher Fund besonders interessant.

Indessen sind aus dem Geiseltal und angrenzenden Kohlen-Revieren nicht einmal mehrsamige Hülsen, wie z.B. von KNOBLOCH & al. (l. c.) beschrieben, bekannt geworden trotz der in vorliegender Arbeit beschriebenen häufigen Blätter mit unverwechselbaren Epidermen.

Neben den Blättern, die BERRY (1916: Taf. 13, Fig. 1 und 1930: Taf. 13) als *Hymenaea* L. und *Cynometra* L. beschrieben hat, gibt es entsprechende Beispiele der Amherstieae vom Miozän, d.h. Siwalik-Schichten in Nepal (PRASAD & al. 1999).

BERRY (1924: Taf. 10) hat aus der Eozänen Claiborne-Formation einsamige Hülsen abgebildet, die zum Genus *Copaifera* L. gehören sollen und gibt hiermit einen weiteren Hinweis auf die Unterfamilie Amherstieae. (Sie erinnern zwar an die Dalbergieae; diese bilden aber keinen Bernstein und brauchen so gesehen hier nicht weiter genannt werden).

Die Nachuntersuchung solcher Früchte durch HERENDEEN & CRANE (in HERENDEEN & DILCHER 1992: S. 57 u. f.) zeigt, dass sie *Copaifera* L. durchaus vergleichbar sind; man müsse aber auch *Peltogyne* VOG. und *Sclerolobium* VOG. beachten; d.h. in jedem Fall bedeutet dieser Befund weitere Hinweise auf die Unterfamilie Amherstieae. Das gelte auch für *Leguminocarpum gardneri* (CHANDLER) nov. comb. von Woolwich bzw. Reading (l. c. S. 58). Dieses Fossil bestehe aus einer kleinen Traube einsamiger Hülsen. Im Übrigen sei, wie im Pariser Becken, auf die Pollen von *Crudia* SCHREB., *Maniltoa* SCHEFF. und weitere Amherstieae-Pollen aus dem Pariser Becken hinzuweisen. Unseres Erachtens gewinnen offenbar sowohl *Copaifera radobojana* UNGER (1869: S. 29, Taf. 3) als auch *Copaifera armissanensis* SAPORTA (1881: S. 237, 286) neue Bedeutung, was die Verbreitung der Amherstieae betrifft. Schon BERRY (1924: S. 63) vertrat diese Ansicht und bildete die Belegstücke von UNGER (1869) und SAPORTA (1881) zum Vergleich mit dem amerikanischen Material noch einmal ab. Wie oben bereits erwähnt, fehlen im Alttertiär von Sachsen-Anhalt bis jetzt entsprechende Hülsen, es fehlen aber nicht *Striatricolporites crudioides* SCHULER (1990: S. 46, Taf. 10, Fig. 10, 11) und ähnliche Pollen-Formen wie sie aus dem Pariser Becken bekannt sind.

WILDE (1989: S. 184, Taf. 16, Fig. 3) hat indessen mehrere Leguminosen-Blätter aus dem Eozän von Messel bei Darmstadt abgebildet, die zunächst als *Gleditsiophyllum eocenicum* BERRY (1916: S. 238, Taf. 46) auf Grund der Epidermis zu bezeichnen wären, d.h. nach HERENDEEN (in HERENDEEN & DILCHER 1992: S. 114, Fig. 145-157). In einem weiteren Fall von Messel hat der Autor (WILDE l. c. Taf. 16, Fig. 3) ein zusammengesetztes Leguminosen-Blatt abgebildet, das sich durch starke weiße Färbung auszeichnet. Im Geiseltal sind entsprechende Einfärbungen durch Ausfällungen von Gips verursacht. Ob diese Erscheinung mit Harzausfällungen verbunden ist, ist nicht bekannt. Bei den Leguminosen-Blättern von Messel (WILDE l. c.: Taf. 16, Fig. 2, Taf. 17,

Fig. 1-8) macht die weiße Färbung die sehr dichte, bzw. sehr eng geführte Nervatur erst sichtbar. Das Gleiche zeigt sich im vorliegenden Falle bei einem Blatt (Taf. 5, Abb. 4) aus dem Geiseltal, das wir weiter unten als cf. *Copaifera tenuifolia* ENGELHARDT bezeichnen. Der Nachweis des Genus *Copaifera* L. vom Eozän Sachsen-Anhalt durch Blätter wäre insofern interessant, als sich damit ein weiterer Hinweis auf die Amherstieae mit ihren Harz-produzierenden Gattungen ergeben könnte. Inwieweit die erwähnten weißen Gefäß-Stränge und entsprechenden Überzüge in weißer Farbe sich als Harz bezeichnen lassen ist bisher nicht untersucht. Es fällt nur auf, dass im Geiseltal die Epidermis fast immer auf *Gleditsiophyllum eocenicum* BERRY wenn nicht überhaupt auf *Cassia* hinweist (HERENDEEN & DILCHER 1992: S. 114, Fig. 145-157). In diesem Zusammenhang gehört auch *Discrepoparicutis elongata* KOVACH & DILCHER (1984: S. 97, Taf. 5, Fig. 53) von der Claiborne-Formation (Mitteloazän), New Puryear Clay Pit.

Wie schon oben erwähnt halten HERENDEEN & DILCHER (l. c.) zumindest für Nordamerika ein Vorkommen der Unterfamilie Amherstieae (Caesalpinieae) im Eozän von Nordamerika für möglich. Sie stimmen darin mit BERRY (l. c.) überein.

AXELROD & RAVEN (1978: S. 295) sehen in der ganzen Familie der Caesalpinieae ein Verbreitungsmuster der Oberkreide; als Beispiel dient *Bauhinia* L. Durch plattentektonische Bewegungen sei dieses Genus im Alttertiär Europas nicht zu erwarten, wohl aber in Indien. Beim Aufbrechen des Atlantik wurde *Bauhinia* L. mit Teilen von Afrika nach Indien verdriftet. Europa bleibt ausgeschlossen. Ein Fund von Messel, „*Bauhinia*“ *europaea* ENGELHARDT (1922: Taf. 39, Fig. 4), in der vorliegenden Arbeit Textabbildung 2, ist ein Blatt, das vielleicht wie bei vielen Angiospermen-Blättern nur ausnahmsweise gegabelt ist. Die beiden Lappen sind zugespitzt und würden gegen *Bauhinia* sprechen (vgl. dagegen PRASAD & al. 1999).

CHANEY (1933: S. 706, Abb. 1) bildet „*Bauhinia*“ *waylandii* n. sp. vom Tertiär in Uganda ab. Die Abbildung spricht aber eher für *Cynometra* (Amherstieae). Als weitere Möglichkeit nennt er ebenso *Copaifera* L. (im Gegensatz zu *Bauhinia*, Unterfamilie Bauhinieae) auch hier wieder Unterfamilie Amherstieae. Darüber hinaus gebe es auch Reste von *Cassia* L. und *Dalbergia* L. (sowie *Acrostichum* L. und eine Frucht von *Terminalia* AUBL.).

Zu erwähnen in diesem Zusammenhang sind dann auch die *Cynometra*-Funde aus dem Miozän Siwalik-Schichten von West-Nepal bei PRASAD & al. (1999: S. 73, Taf. 7, Fig. 9) und NAVALE (1958). Danach wäre ein Vorkommen der Unterfamilie Amherstieae, z. B. *Hymenaea* L. im

Alttertiär von Europa immerhin ebenso gut vorstellbar wie in Nordamerika. Dies gilt wohl gleichermaßen auch für viele Genera des indischen Jungtertiär bzw. der Siwalik-Schichten!

Vom Genus *Copaifera* L. existieren in der Gegenwart 30 Arten im tropischen Amerika und bisher nur 4 in Afrika (vgl. HEINRICH WALTER 1962: S. 266).

Cynometrophyllum villense WEYLAND & KILPPER (1963: S. 109, Taf. 29, Fig. 52-56, Taf. 30, Fig. 57, 58) aus der rheinischen miozänen Braunkohle (Ville) ist im wesentlichen nur auf eine Epidermis begründet. Die Autoren beziehen sich auf die Epidermen von *Cassia flexuosa* L. und *Labichea punctata* BENTH. und schließlich auf *Papilionaceophyllum* KRÄUSEL & WEYLAND. Letztere Epidermis gilt in neuerer Zeit als Rest von *Magnolia* L. und ist im europäischen Miozän häufig. Der Verweis auf die rezente *Cynometra inaequalifolia* A. GRAY ist ebenso unverständlich. HERENDEEN (HERENDEEN & DILCHER 1992: S. 116) hat aus dem Eozän Nordamerikas Epidermen weiterer Leguminosae, speziell von den größeren End-Blättern der meist zusammengesetzten Blätter mehrere Epidermen abgebildet (*Cladrastis* RAFIN., *Sophora* L., *Machaerium* PERS.). Es ergibt sich auch hierbei keine Ähnlichkeit mit oben erwähnter Epidermis aus dem Miozän von Ville. Auch *Cassia*-Arten unserer Epidermis-Sammlung kommen zum Vergleich nicht in Frage; *Cynometrophyllum* WLD. & KILP. (1963) ist offenbar kein Leguminosen-Rest. Nach unserem Erachten ist *Cynometra* L. als tropisches Element, wie alle genannten Beispiele der Unterfamilie Amherstieae, im Miozän Europas kaum zu erwarten.

SÜSSENGUTH (1942) hat die Bestimmungen von BERRY (l. c.) prinzipiell bezweifelt. Seine Kritik richtete sich besonders auf die eingangs beschriebenen Beispiele der Unterfamilie Amherstieae (Caesalpiniaceae) im Amerikanischen Eozän. Die Bestimmung der Blätter im Alttertiär sei prinzipiell nicht möglich; nur LUDWIG RADLKOFER sei dazu in der Lage gewesen, Klärung in die Vielfalt von Blättern zu bringen. Gewiss sind die Darstellungen von HERENDEEN & DILCHER (l. c.) mit Schlussfolgerungen zurückhaltend. Aber neben der Wertung der Belegstücke von BERRY, der somit offenbar sehr wohl wie RADLKOFER in der Lage war, tropische Genera anhand von Blättern im Großen und Ganzen richtig zu bewerten, geben Kutikular-Analyse und Palynologie den älteren amerikanischen Autoren prinzipiell recht. Noch im gleichen Jahre wie SÜSSENGUTH (l. c.) benannte DIELS (1942) einige Schwierigkeiten der pflanzengeographischen Wissenschaft genauer. Es bestehen zu wenig Erfahrungen mit den neuen Theorien zur Verschiebung der Kontinente.

Die vorliegenden Leguminosen-Epidermen zeigen als Beispiele die engen Beziehungen zum amerikanischen Eozän. Nach heutigen Erfahrungen der Kontinental-Verschiebung lässt sich das Vorkommen rein „neuweltlicher“ Genera oder Spezies nicht mit Sicherheit ausschließen. Eine fossile Art wie *Cynometra palaeoiripa* PRASAD & al. aus dem Miozän von West-Nepal könnte bei weiteren Funden und genauerer Untersuchung sich vielleicht auch als *Hymenaea* L. erweisen. Es gibt in der Literatur viele Beispiele, bei denen die heutige Verbreitung einer Art oder Gattung bei der Bestimmung eines solchen Fossils Einfluss hatte. Nicht zuletzt ist vielleicht auch der oben schon erwähnte Beitrag von CHANEY (1933) aus dem Tertiär von Uganda so zu bewerten.

SÜSSENGUTH's (l. c.) Hinweis bezüglich *Hymenaea eocenica* BERRY (1930: S. 82, Taf. 13, Fig. 1) aus der Unter-Eozänen Wilcox-Formation, *Hymenaea* L. sei rein neuweltlich verbreitet, ist durch LEE YIN-TSE & LANGENHEIM (1975: S. 54) entkräftet: Neben *Hymenaea courbaril* L. im dominikanischen Bernstein (Kopal) ist inzwischen eine weitere Art, *H. verrucosa* GAERTNER aus Ostafrika bekannt geworden, die afrikanischen Bernstein liefert, Kopal aus Sansibar bzw. Madagaskar. Die Art ist nahe mit den dominikanischen Arten verwandt. Nähere Ausführungen hierzu bezogen auf die Eozän-Braunkohlen von Sachsen-Anhalt geben G. & B. KRUMBIEGEL (1994: S. 55-58, 60 u. 64). *Cynometra* L. und *Copaifera* L. sind heute pantropisch, *Azelia* SM. und *Tamarindus* L. sind afrikanisch und *Amherstia* WALL. sowie *Crudia* SCHREB. südost-asiatisch verbreitet, um nur einige Beispiele der Unterfamilie Amherstieae zu nennen. Bei der auffälligen morphologischen Ähnlichkeit von *Podogonium oehningense* (KOENIG) KIRCHH. mit *Tamarindus* L. (RÜFFLE 1963: S. 205) entsteht die Frage, ob nicht dieses Genus ohnehin zu der Unterfamilie Amherstieae zu stellen wäre und nicht zu *Gleditsia* L., d.h. zur Unterfamilie Caesalpinieae, wie MOHR & GREGOR (1984) vorgeschlagen. Bei der morphologischen Ähnlichkeit mit *Tamarindus* L. (Amherstieae) handelt es sich aber offensichtlich um Parallel-Entwicklungen (Analogien) innerhalb der Caesalpinieae. Die Darstellung der Pollen war darum sehr wichtig. Im ersteren Falle müsste man mit den Amherstieae (Harzbildern) noch im Miozän rechnen.

Die in der vorliegenden Arbeit zusammengestellten fossilen Beispiele, neben den eingangs genannten Pollen, speziell die Hinweise der älteren Literatur auf das Genus *Copaifera* L. lassen zumindest ein Vorkommen auch der anderen Genera der Unterfamilie Amherstieae als möglich erscheinen.

Wichtig erscheint hier *Enantiophyllum sendeli* GOEPPERT & BERENDT (1845: S. 79, Taf. 5, Fig. 57). Dieses Blattpaar könnte schon auf *Hymenaea* L. hinweisen, sofern die Herkunft aus dem Ostsee-Bernstein gesichert wäre. Einzelblätter wie "*Dalbergia*" *sommerfeldii* CASPARI oder *Leguminosites myrtifolius* CONWENTZ (1886: S. 107) sind in diesem Zusammenhang kaum von

Bedeutung, wogegen *Acacia succinii* A. BRAUN (1854) wenigstens an (das Alttertiär von) Südeuropa erinnert. Ein Vorkommen von *Hymenaea* L. im Ostsee-Bernstein ist nicht grundsätzlich auszuschließen. KOTEJA (1997: S. 164) erwähnt sie erneut aus dem Dominikanischen Bernstein. Das Genus für den Ostsee-Bernstein auszuschließen sei im Hinblick auf gut mögliche Zusammenhänge mit dem Ukrainischen Bernstein nicht ratsam. Entgegen den bekannten Funden von *Pinus* L. sei die Herkunft des Harzes in Osteuropa weiterhin unbekannt. Die Infrarot-Spektren bestätigen *Pinus* L. jedenfalls nicht.

3.1. *Copaiifera* L

cf. *Copaiifera tenuifolia* ENGELHARDT

Taf. 1, Fig. 2, Taf. 4, Abb. 4, 6; Taf. 5, Fig. 4

1976 *Magnolia* sp. RÜFFLE: S. 202, Taf. 22, Fig. 6; Taf. 31, Fig. 2-5

Im Geiseltal (Neumark-Süd 28) fanden sich eine Reihe von Blatt-Fragmenten. Sie waren ursprünglich offenbar 10 cm lang mit sehr enger Netz-Nervatur im Winkel von 45°. Sie wurden 1976 für ein Magnolien-Blatt gehalten. Die Leguminosen-Epidermis machte es möglich, die entsprechenden Abbildungen vom Material von Messel bei ENGELHARDT (1922) durchzusehen. Die Asymmetrie einiger abgebildeter Einzelblätter war dabei wichtig. Die oben erwähnte enge Nervatur ist schon in mehreren Zeichnungen dieses Autors sehr auffällig. Darüber hinaus aber auch die Asymmetrie der Blätter, die auf frühere Gesamt-Fiederblätter schließen lassen. Dem Einzelblatt vom Geiseltal (Neumark Süd 28) entspricht nach den obigen Darstellungen der Literatur am besten *Copaiifera tenuifolia* ENGELHARDT 1922 (S. 117, Taf. 39, Fig. 6) und *Leguminosites cassioides* EGH. (l. c. Fig. 5) aus dem Eozän von Messel bei Darmstadt. Ganz ähnliche Blätter von Messel mit Leguminosen-Namen wie *Machaerium muticoides* EGH. oder *Cassia berenices* UNG. gehören wahrscheinlich in diesen Zusammenhang. Wir verwenden den Namen *Copaiifera tenuifolia* EGH. mit Vorbehalt.

ENGELHARDT's Tafeln zeigen weitere Blätter, die offensichtlich, zumindest wenn sie an der Basis asymmetrisch sind und wohl zu Fiederblättern gehörten, Leguminosen-Reste darstellen. Freilich wirken Bezeichnungen wie *Machaerium muticoides* EGH., *Palaeolobium haeringianum* UNG. oder *P. heterophyllum* UNG. viel zu gewagt, zumal nur „*Machaerium*“ *muticoides* (Taf. 38, Fig. 4) deutlich asymmetrisch ist und BERRY (1930: S. 78, Taf. 46, Fig. 5,6) eben die Formen als *Copaiifera wilcoxiana* n. sp. mit Fragezeichen abbildet (Eozän von Henry County, Tennessee). Andererseits gibt es von Messel weitere Blätter, die mit dem Blatt von Neumark-Süd noch weitaus

besser in der Nervatur übereinstimmen. ENGELHARDT (l. c. Taf. 37) bringt einige Beispiele, Fig. 19 ist dabei am wichtigsten. Neben weiteren mutmaßlichen Leguminosen-Blättern bezeichnet er lediglich Fig. 19 als *Callistemon lanceolatum* n. sp., d. h. als eine Myrtaceae. Es könnte sich hierbei um eine Verwechslung handeln. PAUL MENZEL erwähnt in dem Vorwort von 1922 Probleme bei der posthumen Drucklegung der Arbeit von ENGELHARDT. Wie unsere Textabbildung 5 zeigt, ist aber dieses Blatt nicht asymmetrisch.

Der vorliegende Fund aus dem Geiseltal zeigt eine Leguminosen-Epidermis, weshalb wir die Bestimmung als *Copaifera* L. vorläufig übernehmen. Myrtaceae sind nach der Epidermis ausgeschlossen.

Im Zusammenhang mit den fossilen Früchten von *Copaifera* L. sei noch einmal an die Bestätigung durch HERENDEEN & CRANE (1992) sowohl vom London-Ton als auch vom Eozän von Nordamerika hingewiesen. Sie bestätigen damit die alten Darstellungen von SAPORTA (1881) und UNGER (1869) sowie von BERRY (1924: S. 63), wie wir sie im allgemeinen Teil im Zusammenhang mit entsprechenden Pollen schon genannt haben.

Nach HEINRICH WALTHER (1962: S. 266) bildet eine rezente Art wie *Copaifera mopane* im tropischen nördlichen Süd-Afrika einen regen-grünen Trockenwald mit *Acacia* WILLD., *Euclea* L. (Ebenaceae) und *Tamarix* L. Vom Genus *Copaifera* sind 30 Arten bekannt, alle in Afrika verbreitet.

3.2. *Cassia* L.

cf. *Cassia fayettensis* BERRY

Taf. 2, Fig. 1-3; Taf. 5, Fig. 3, 5

- 1916 *Cassia fayettensis* BERRY: S. 232, Taf. 49, Fig. 5-8
Wilcox Formation, Untereozän, USA
- 1930 *Cassia fayettensis* BERRY: S. 97, Taf. 46, Fig. 7, 8
(s. oben)
- 1940 *Cassia fayettensis* BERRY; BEYN: S. 425, Taf. 4, Fig. 1
Grube Cecilie (Geiseltal)
- ? 1962 *Cassia fayettensis* BERRY; BECKER: 102, Taf. 31, Fig. 29, 30
Beaverhead Basins (SW Montana – Oligomiozän)
(Dort weitere Hinweise)
- 2000 *Cassia fayettensis* RÜFFLE & LITKE: S. 451, Taf. 5, Fig. 1-7
Neumark-Süd 28 (Geiseltal)

Die Unterfamilie Cassieae (innerhalb der Caesalpiniaceae) ist mit den eingangs erwähnten Amherstieae nahe verwandt. Abgesehen von den Darstellungen bei BERRY (1930: S. 79, Taf. 41, u. f.) gibt MARTY (1907: S. 36) aus dem Grenzbereich Paläozän – Eozän (Montien in Belgien) auf Tafel 5 eine Übersicht rezenter Arten von *Cassia* L. und der Blatt-Fossilien, die in der älteren Literatur diesem Genus zugeschrieben wurden. MENZEL (1897: S. 26 u. f.) hatte bereits eine solche Übersicht zusammengestellt.

Vom Montien in Belgien erwähnenswert sind die Blatt-Arten *Leguminosites cassiaefolius* MARTY (1907: S. 36, Taf. 9, Fig. 19) und *L. leptobiifolius* MARTY (l. c. S. 34, Taf. 8, Fig. 8-10). Letztere Art soll dem Genus *Leptobium* BENTH. vergleichbar sein.

Im Gegensatz zum Geiseltal und der Wilcox-Formation gilt das Klima im Montien als mehr oder weniger temperiert, wenn auch humid, worauf auch sehr große Blätter vom *Dryophyllum*-Typ (Fagaceae !) hinweisen. Es ist wichtig, dass die abgebildeten Blätter von der belgischen Lokalität Leval wie die abgebildeten rezenten Einzelblätter asymmetrisch sind und insofern auf Fieder-Blätter hinweisen. Indessen sind die Blätter aus dem Geiseltal sehr oft symmetrisch. Und nur die Epidermis ist bei den nur leicht asymmetrischen und symmetrischen Formen immer die gleiche, wie auch die gleiche weiße Aderung. Die uns vorliegenden rezenten Epidermen rechtfertigen zwar die Einordnung der Fossilien zu den Cassieae (als Unterfamilie). Das eigentliche Genus bleibt aber eine Vermutung, speziell die artliche Identität mit den amerikanischen Belegen aus der Wilcox-Formation. BERRY (1930: S. 79, Taf. 46, Fig. 7, 8) bildet denn auch zusammengesetzte Blätter bzw. deren Teile ab. Der uns vorliegende Epidermis-Typ ist dagegen in der amerikanischen Literatur bisher noch unbekannt.

Die auf Tafel 1, Figuren 3, 5, 6 der vorliegenden Arbeit abgebildeten Epidermen vom Obereozän des Weißelster-Beckens (Böhlen), sowie Tafel 1, Figur 4 von Nachterstedt, d.h. alle vom Land Sachsen-Anhalt stammen aus Streu-Präparaten und zeigen die für Leguminosen charakteristische Struktur; zu welcher Unterfamilie und zu welcher Blattform sie gehörten ist unbekannt. Es zeigt sich nur, dass die Möglichkeiten noch anderer Genera der Leguminosen im Eozän Europas vorläufig kaum richtig eingeschätzt werden können, vgl. auch WILDE (1989).

3.3. *Gleditsiophyllum* E. W. BERRY

***Gleditsiophyllum eocenicum* BERRY**

Taf. 3, Fig. 1-3, 4, 5; Taf. 4, Fig. 5

1916 *Gleditsiophyllum eocenicum* BERRY: S. 238, Taf. 46, Fig. 1-7
(Wilcox-Formation, Untereozän, USA)

Buchanan, Puryear, Lamkin and Bovey clay pits

- 1976 *Magnolia eocenica* RÜFFLE & al.: S. 200, Taf. 22, Fig. 14-21, Taf. 31, Fig. 6, Taf. 32, Fig. 1-7 (Neumark-Süd 28, Geiseltal, Sachsen-Anhalt)
In der vorliegenden Arbeit auf Taf. 3, Fig. 1, 2 u. 3
- 1989 *Leguminosae* sp. 2 WILDE: S. 63, Taf. 16, Fig. 1
(Messel bei Darmstadt)
- 1992 *Gleditsiophyllum eocenicum* BERRY: in HERENDEEN & DILCHER: S. 114, Fig. 145-157, Neuuntersuchung der Originale von BERRY 1916, s. o.).

Blätter dieser Art sind etwas über 10 cm lang und 3 cm breit mit lanzettlicher Form. Sie sind allerdings oft abgebrochen. Außer in Neumark-Süd kommen sie häufig auch in den Kohlen Kayna-Süd 1 vor. BERRY bildet aus der Wilcox-Formation schmal lanzettliche Einzelblätter ab, die noch oft im Zusammenhang des Fiederblattes stehen und im Einzelblatt 1 cm breit und 5 cm lang sind. So liegen im Geiseltal nur Einzelblätter vor, die dann in der Kohle oft zerbrochen sind. Aus der Asymmetrie lässt sich oft schon die Zugehörigkeit zu den Leguminosae (Caesalpiniaceae) erkennen. Die weißen Adern kommen hier aber nicht mit Deutlichkeit vor. Die Stomata sind etwa 15 µm breit und bis zu 40 µm lang.

Im gleichen Zusammenhang ist ein nur 4 cm langes und 2 cm breites etwas asymmetrisches Einzelblatt bei HERENDEEN & DILCHER (1992: S. 1412, Abb. 288-295) interessant, weil es morphologisch den Typus von BERRY (l. c.) besser entspricht, zumal es deutlich asymmetrisch ist. Eine nähere Bezeichnung gibt HERENDEEN nicht. Sehr ähnlich, besonders in der Epidermis ist Species 2 bei WILDE (l. c.) Tafel 16. Möglicherweise handelt es sich bei diesen Beispielen nur um Modifikationen immer ein und derselben Art, trotz sehr verschiedener Blattgrößen. Ein rezentes Beispiel für diesen Epidermis-Typ könnte *Cassia corymbosa* LAM. vom tropischen Amerika darstellen. Gleichwohl kommt der erwähnte Typ auch in anderen Genera der Caesalpiniaceae vor. KOORDERS (1912: S. 336 u. f.) nennt allein schon für Java etwa 20 Arten von *Cassia* L. Ein nähere Bestimmung des Genus mit Hilfe der Epidermen ist offensichtlich so nicht möglich.

3.4. *Discrepoparicutis* KOVACH & DILCHER

cf. *Discrepoparicutis elongata* KOVACH & DILCHER

Taf. 2, Fig. 4, 5, Taf. 4, Fig. 3, Taf. 5, Fig. 1

Ein weiteres asymmetrisches Blatt von Kayna-Süd 1 auf Tafel 2, Figur 4 und 5 ist asymmetrisch

und gehörte damit deutlich zu einem Fiederblatt. Möglicherweise handelt es sich um eine Variante oben genannter Art.

Die Stomata sind 10-15 µm breit und 20-25 µm lang.

Der Unterschied zu oben genanntem asymmetrischen Blatt geht schon auf dem Foto von Tafel 3, Figur 4, 5 bzw. Tafel 4, Figur 5 hervor.

Die Bestimmung als *Gleditsiophyllum eocenicum* BERRY trifft bezüglich Epidermis nicht vollständig zu, zumal eine einheitliche Ausbildung der Epidermen innerhalb eines Fieder-Blattes oder Individuums nicht immer gewährleistet ist.

Indessen können wir feststellen, dass der auf Tafel 2, Figur 5 von Kayna-Süd 1 abgebildete Epidermis-Typ ziemlich genau dem Typ eines Fragmentes von der mitteleozänen Clayborne-Formation (New Puryear clay pit) entspricht, der bei KOVACH & DILCHER (1984: S. 97, Fig. 53) abgebildet ist. Es handelt sich, wie oben im Falle von Böhlen und Nachterstedt in Sachsen-Anhalt, auch in Amerika lediglich um Fragmente, welche aber charakteristische Epidermis-Strukturen liefern. Es sei nur auf unsere Tafel 1, Figuren 4 und 5 der vorliegenden Arbeit von Sachsen-Anhalt verwiesen. In jedem Falle handelt es sich um einen ziemlich charakteristischen Formenkreis, wahrscheinlich ebenfalls aus der Unterfamilie Cassieae, wobei das Blatt auf Tafel 2, Figur 4 eindeutig auf die Leguminosen, wenn nicht Cassieae, hinweist.

Ergänzend sei hier *Cynometra tertiaria* ANTAL & AWASTHI (1993: S. 32, Taf. 9, Fig. 3) aus Miozänen Siwalik-Schichten von West-Bengalen genannt. Ob dieses Blatt, das stark an obiges Blatt erinnert, wirklich auch zu den Amherstieae oder doch eher zu einem Genus der Cassieae gehört, was zum Beispiel die starke Asymmetrie betrifft, kann hier unentschieden bleiben.

3.5. *Podogonium* HEER

***Podogonium* sp.**

Taf. 4, Fig. 1; Taf. 5, Fig. 2

Einige lanzettförmige Blätter ebenfalls von Neumark-Süd 28 waren wahrscheinlich etwa 10 cm lang und in der Mitte vielleicht 2-3 cm breit. Die Epidermis weist nach den eingangs erwähnten asymmetrischen Nebenzellen auf die Leguminosen hin, wenn auch längst nicht alle Stomata diese Anordnung zeigen. Auf Tafel 1, Figur 4 ist eine ganz ähnliche Epidermis von Nachterstedt abgebildet. Wahrscheinlich liegt hier die gleiche Art vor. Eine nähere Bestimmung dieser Fossilien gab es bisher nicht. Indessen besteht aber Ähnlichkeit mit der Epidermis von *Podogonium* HEER (RÜFFLE 1963: S. 207) aus dem untermiozänen Randecker Maar. MOHR & GREGOR (1934)

bilden Pollen von *Podogonium* ab, *Tricolporopollenites wackersdorfensis*, der immer im deutlichen Zusammenhang mit diesem Genus zu finden ist, wobei *Podogonium* HEER in der rezenten Flora bisher gänzlich unbekannt ist.

Diese Pollen gibt es im Geiseltal nicht. Entfernte Ähnlichkeit besteht aber mit der Epidermis von *Tamarindus* L. Dennoch ist die ganze Gruppe der Leguminosen in der Gegenwart immer noch sehr groß, sodass genauere Untersuchungen vorläufig nicht möglich sind.

Wie in den Kohlengebieten von Sachsen-Anhalt ganz allgemein, so sind auch im Geiseltal nicht die einsamigen Hülsen von *Podogonium* HEER nachgewiesen. Trotz der bereits erwähnten Ähnlichkeit mit *Tamarindus indica* ergibt sich aus dieser Art auch kein Hinweis auf die Unterfamilie Amherstieae (Caesalpinaceae) bzw. deren Harze in der Geiseltalkohle.

4. Zusammenfassung

Die neuere Pflanzengeographie bezieht bewusst die Paläobotanik ein. Dies gilt besonders für die Befunde aus dem Alttertiär. In den Jahren vor dem zweiten Weltkrieg entstand bei manchen Autoren eine Skepsis gegen die Befunde der älteren Literatur des Tertiärs, nach welcher sich immer mehr Anzeichen für ein ehemaliges subtropisches, wenn nicht überhaupt tropisches Alttertiär-Klima ergaben.

In neuerer Zeit mehrten sich auch durch Kutikular-Analyse und Palynologie Übereinstimmungen nicht nur mit regionalen Befunden, die den älteren Bestimmungen näher kommen. Durch Nachuntersuchungen in Europa wie in Amerika sind überregionale Beziehungen deutlich geworden. Ihnen entsprechen auch Befunde aus der Zoologie. Nachdem in Mittel- und Osteuropa neue Bernsteinfunde gemacht werden konnten, hat sich auf entomologischem Gebiet die oben erwähnte Tendenz gefestigt. Die vorliegende Arbeit stellt neuere und ältere Daten zu den Vorkommen fossiler Leguminosen aus der Literatur zusammen und beschreibt aus dem Geiseltal fünf Leguminosen-Arten. Mindestens zwei davon stimmen mit eozänen Arten des amerikanischen Kontinentes überein. Offenbar gehören sie aber alle fünf in den Verwandtschafts-Kreis der Unterfamilie Cassieae.

In diesem Zusammenhang wird die Problematik der Funde im Bernstein, und damit die Möglichkeit seiner Bildung durch Harze von Leguminosen (Unterfamilie Amherstieae) diskutiert. Ein weiteres Blatt aus dem Geiseltal wird beschrieben und die Möglichkeit diskutiert, inwieweit dieses Leguminosen-Blatt eher in die Unterfamilie Amherstieae gehört (*Copaifera* L.) und somit auf diese Unterfamilie mit den eigentlichen Bernstein hinweist. Die Leguminosen-Blätter im Geiseltal zeichnen sich alle durch stark weiß-farbige Nervatur aus. Darin gleichen sie den entsprechenden

Blättern von Messel bei Darmstadt. Eine spektral-analytische Untersuchung der weißen Substanz bei Fagaceen-Blättern aus dem Geiseltal ergab $\text{Ca [SO}_4\text{] } 2\text{H}_2\text{O}$.

Literatur

- ANDREANSZKY, G. & NOVAK, E. (1957): Neue und interessante tertiäre Pflanzenarten aus Ungarn. – *Ann. hist. Natur. Mus. nat. hungar., ser. Nova*, 8: 43-55.
- ANTAL, J. & AWASTHI, N. (1993): Fossil flora from the Himalayan foot-hills of Darjeling district, West Bengal and its palaeoecological and phytogeographical significance. – *Palaeobotanist*, 42, 1: 14-60.
- AXELROD, D. I. (1975): Plate tectonics and problems of Angiosperm history. – *Mémoires Mus. nat. hist. natur. Paris (Zool.)*, 88: 72-86.
- AXELROD, D. I. (1986): Analysis of some palaeogeographic and palaeoecologic problems of paleobotany. – *Palaeobotanist*, 35: 115-129.
- AXELROD, D. I. & RAVEN, P. H. (1978): Late Cretaceous and Tertiary vegetation history of Africa. – In: WERGER, M. J. & BRUGGEN, A. C.: *Biogeography and ecology of Southern Africa*, 77-130.
- BECKER, H. F. (1962): Fossil Plants of the Tertiary Beaverhead basins in Southwestern Montana. – *Palaeontogr. B*, 127: 1-142.
- BERRY, E. W. (1916): The lower Eocene floras of South Eastern North America. – *US Geol. Surv. Prof. Paper*, 91: 1-481.
- BERRY, E. W. (1924): The Middle and Upper Eocene floras of South Eastern North America. – *US Geol. Surv. Prof. Paper*, 92: 1-92.
- BERRY, E. W. (1930): Revision of the Lower Eocene Wilcox flora of the Southern States. – *US Geol. Surv. Prof. Paper*, 156: 1-144.
- BEYN, W. (1940): Die Einschaltung geformter Pflanzenreste in das Braunkohlenprofil des mittleren Geiseltales. – *Nove Acta Leop. N. F.*, 8: 53-438.
- BRAUN, A. (1854) Einige Beiträge zur Flora der Tertiär-Zeit. – *N. Jb. Mineral. Geogn. Geol. Petrefakten.*, Jg. 1854: 138-174.
- CHANEY, R. W. (1933): A Tertiary flora from Uganda. – *J. Geol. Chicago*, 41: 702-709.
- COLLINSON, M. E. (1983): Fossil plants of the London Clay: 1-223.
- CONWENTZ, H. (1886): Die Flora des Bernsteins. Die Angiospermen des Bernstein: 1-140.
- DELLIEN, F. (1882): Über die systematische Bedeutung der anatomischen Charaktere der Caesalpinaceae. – *Diss. Univ. Erlangen*: 1-104, München.
- DIELS, L. (1942): Über Ausstrahlungen des Holarktischen Florenreiches an seinem Südrande.– *Abh. Preuß. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl.*: 1-14.
- ENGELHARDT, H. (1922): Die alttertiäre Flora von Messel bei Darmstadt. – *Abh. hess. Geol. Landesanst.*, 7: 17-128.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1851): Die Proteaceen der Vorwelt. – *Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Cl.*, 7: 711-745.

- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1852): Über fossile Proteaceen. – Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Cl., 9: 820-826.
- FRIEDRICH, P. (1883): Beiträge zur Kenntnis der Tertiärflora der Provinz Sachsen. – Abh. geol. Specielk. Preuß. Thür. Staaten, 4: 1-305, 31 T.
- GOEPPERT, H. R. & BERENDT, G. C. (1845): Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt: 1-125.
- GREGOR, H. J. (1978): Erster Nachweis der Gattung *Canarium* (STICKMANN 1959) (Burseraceae) im europäischen Alttertiär. – Stuttgarter Beitr. Naturk. B, 47: 1-15.
- HEER, O. (1861): Beiträge zur näheren Kenntnis der sächsisch-thüringischen Braunkohlenformation. – Abh. naturw. Ver. Prov. Sachs. Thür., 405-438, Taf. 1-10, Berlin 1861.
- HERENDEEN, P. S. (1992): The fossil history of the Leguminosae from the Eocene of Southeastern North America. – In: HERENDEEN, P. S. & DILCHER, D. L.: Advances in Legume Systematics Part 4: The fossil record. Royal Botanic Gardens Kew, 85-167.
- HERENDEEN, P. S. & DILCHER, D. L. (1992): Advances in Legume systematics part 4: The fossil record. Royal Botanic Gardens Kew, 1-326.
- JÄHNICHEN, H. & RÜFFLE, L. (1988): Die alttertiäre Blätterflora aus dem Dysodil von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturk. Osthessen, 24: 67-92.
- JONES, J. H. & DILCHER, D. H. (1988): A study of the “*Dryophyllum*” leaf forms from the southeastern North America. – *Palaeontographica*, 208 B: 53-80.
- KAHLERT, E. & RÜFFLE, L. (2007): Die Flora von Salcedo (Provinz Vicentino) aus dem Südalpinen Tertiär (höheres Rupelium) und ihre ökologische Bedeutung. – *Documenta naturae (Flora mediterranea)*, 5 (10): 1-39.
- KNOBLOCH, E., KONZALOVA, M. & KVAČEK, Z. (1996): Die obereozäne Flora der Staré-Sedlů-Schichtenfolge in Böhmen (Mitteleuropa). – *Roz. Āesk. geol. ůstavu*, 49: 1-260.
- KOLAKOVSKIJ, A. A. (1964): Pliocenovaja flora Kodora. – *Monogr. Suchumsk. Botan. Sada*, 1: 1-220.
- KOTEJA, J. (1997): Paläochemie. – *Arb.-Kr. Pal. Hannover*, 25: 164-165.
- KOVACH, W. L. & DILCHER, D. L. (1984): Dispersed cuticles from the Eocene of North America. – *Bot. J. Linn. Soc.*, 88: 63-104.
- KRUMBIEGEL, G. & B. (1994): Bernstein, fossile Harze aus aller Welt. – *Fossilien-Sonderbd.*, 7: 1-108, Weinstadt Goldschneck Verl./Korb.
- KRUMBIEGEL, G. (1995): Fossile Harze aus der Geiseltal-Braunkohle und aus dem Tagebau Königsaue (Sachsen-Anhalt).- *Hall. Jb. Geowiss.*, 17: 139-148.
- KRUTZSCH, W., BUMENSTENGEL, H., KIESEL, Y. & RÜFFLE, L. (1992): Palaeobotanische Klimagliederung des Alttertiärs in Mitteldeutschland und Problem der Verknüpfung marine und kontinentaler Gliederungen. – *N. Jb. Geol. Pal. Abh.*, 186, 1-2: 137-253.
- LEE, YIN-TSE & LANGENHEIM, J. H. (1975): Systematics of the genus *Hymenaea* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae, Detarieae). – *Univ. California Publ. Bot.*, 1-107.

- MARTY, P. (1907): Les vegetaux fossiles du Trieu de Leval (Hainaut). – Mem. Mus. Roy. Hist. Natur. Belgique, 5: 1-52.
- MENZEL, P. (1897): Die Flora des tertiären Polierschiefers von Sulloditz. – Sitz.-Ber. Abh. naturw. Ges. Isis Bautzen, 1-54.
- MENZEL, P. (1909): Fossile Pflanzenreste aus den Mungo-Schichten in Kamerun. – Abh. kgl. preuß. geol. Landesanst., N. F., 62: 399-404.
- MOHR, B. & GREGOR, J. H. (1984): Blüten von *Gleditsia knorrii* mit Pollen vom Typ *Tricolporopollenites wackersdorfensis* aus den mittelmiozänen Dysodilen des Randecker Maares (Schwäbische Alb). – Paläont. Z., 58: 189-195.
- NAVALE, G. K. B. (1958): Occurrence of fossil *Cynometra* from the Cuddalore series near Pondicherry, India. – Palaeobotanist, 7: 6-12.
- NĚMEJC, F. (1975): – Paleobotanika, IV: 1-566.
- PRASAD, M., ANTAL, J., TRIPATHI, P. & PANDEY, V. K. (1991): Further contribution to the Siwalik flora from Koilabas area, Western Nepal. – Palaeobotanist, 48: 49-95.
- PRIEMER, F. (1892): Die anatomischen Verhältnisse der Laubblätter der Caesalpiniaceae und ihre Beziehungen zu ihrer Systematik. – Bot. Jb. System. Pflanzengesch. Pflanzengeogr., 14: 4-29.
- REID, E. M. & CHANDLER, M. E. J. (1933): The London clay flora. – 1-561.
- RÜFFLE, L. (1963): Die obermiozäne (sarmatische) Flora vom Randecker Maar. – Paläont. Abh. 1, 3: 139-295.
- RÜFFLE, L. (1976): Eozäne Floren des Geiseltales. – Abh. zentr. Geol. Inst., Paläont. Abh., 26: 1-507.
- RÜFFLE, L. (1993): Das Trockenelement in der Flora des Geiseltales und angrenzender Fundstellen des Eozäns. – Festschr. Prof. W. KRUTZSCH, Mus. Naturk. Berlin, S. 95-125.
- RÜFFLE, L. & KRUTZSCH, W. (2005): Bestimmbare Blattreste aus dem mitteldeutschen Maastricht (Oberkreide) und ihr Bezug zum Alttertiär Nordamerika's. – Documenta naturae, 155, 2: 5-27.
- RÜFFLE, L. & LITKE, R. (2000): Ergänzungen zur Eozänflora des Geiseltales. – Feddes Repertorium, 111: 449-463.
- SAPORTA, G. de (1867): Etudes sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire, 8: 5-136
- SAPORTA, G. de (1881): Die Pflanzenwelt vor dem Erscheinen des Menschen, 1-397.
- SCHULER, M. (1990): Environnements et Paleoclimats paléogènes. – Editions du BRGM, 190: 503 S., 14 T.
- SHAKRYL, A. K. (1992): Leguminosae species from the Tertiary of Abkhasia. – In: HERENDEEN, P. S. & DILCHER, D. L.: Advances in Legume Systematics, 4: The fossil record: Royal Botanic Garden, 189-206.
- SUESSENGUTH, K. (1942): Die systematische Beurteilung tertiärer Blattabdrücke. – Zbl. Mineral. Geol. Pal., B: 21-32.

- UNGER, F. (1869): Die fossile Flora von Radoboj in ihrer Gesamtheit und nach ihrem Verhältnis zur Entwicklung der Vegetation der Tertiär-Zeit. – Denkschr. Akad. Wiss. Wien., math.-nat. Cl.: 126-170.
- WALTER, H. (1962): Die Vegetation der Erde in ökologischer Betrachtung I: Die tropischen und subtropischen Zonen: 1-538.
- WATELET, A. (1866): Description des plantes fossiles du bassin de Paris. – 1-264.
- WEITSCHAT, W. (1997): Zur Altersstellung des Bitterfelder Bernstein. – Arb.-Kr. Pal. Hannover, 25: 175-180.
- WEITSCHAT, W. & WICHARD, W. (1998): Atlas der Pflanzen und Tiere im Bernstein. – 1-256.
- WEYLAND, H. & KILPPER, K. (1963): Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter VI. Weitere Dikotyledonen aus der rheinischen Braunkohle. – Palaeontogr., 113 B: 93-116.
- WILDE, V. (1989): Untersuchungen zur Systematik der Blattreste aus dem Mitteleozän der Grube Messel bei Darmstadt (Hessen, Bundesrepublik Deutschland). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 115: 1-153.
- WOLFE, J. A. (1962): A Miocene pollen sequence from the Cascade Range of Northern Oregon. – US Geol. Survey Prof. Paper, 450-C: 89: 81-84.
- YAMAMOTO, SH., OTTO, A., KRUMBIEGEL, G. & SIMONEIT, B. R. T. (2006): The natural product biomarkers in succinite, glessite and stantienite ambers from Bitterfeld, Germany. – Rev. Palaeobot. Palynol., 140: 27-49.

Tafelerklärungen

Tafel 1

Fig. 1: cf. *Copaiifera tenuifolia* ENGELHARDT, 500 × (Neumark-Süd 28)

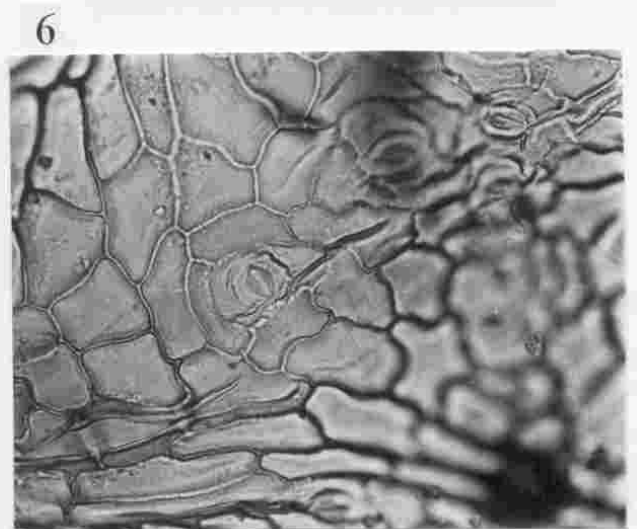
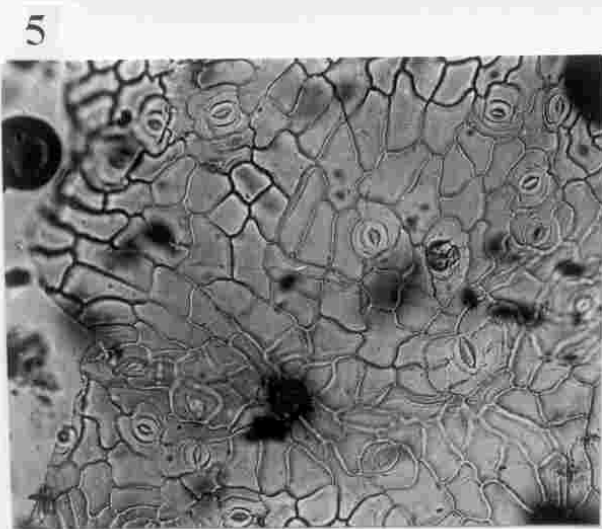
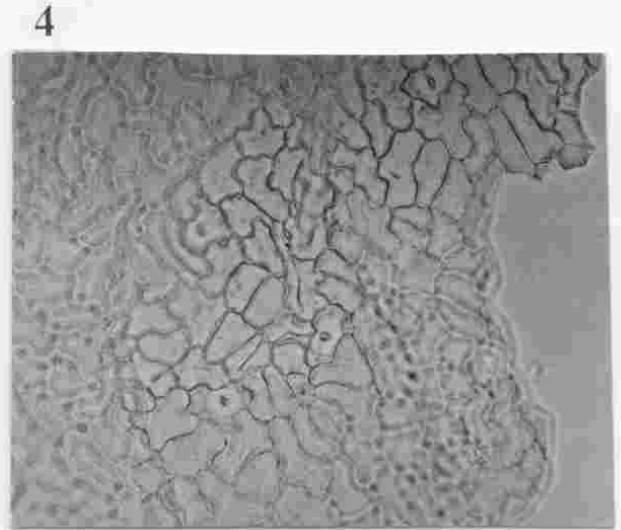
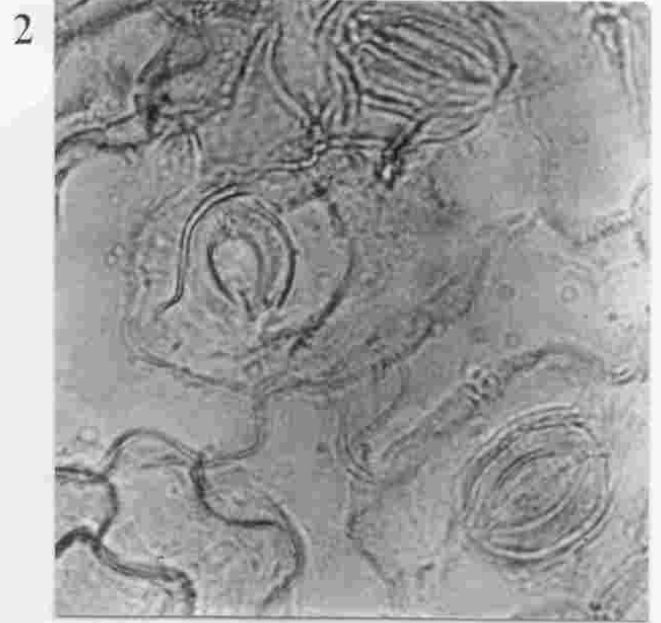
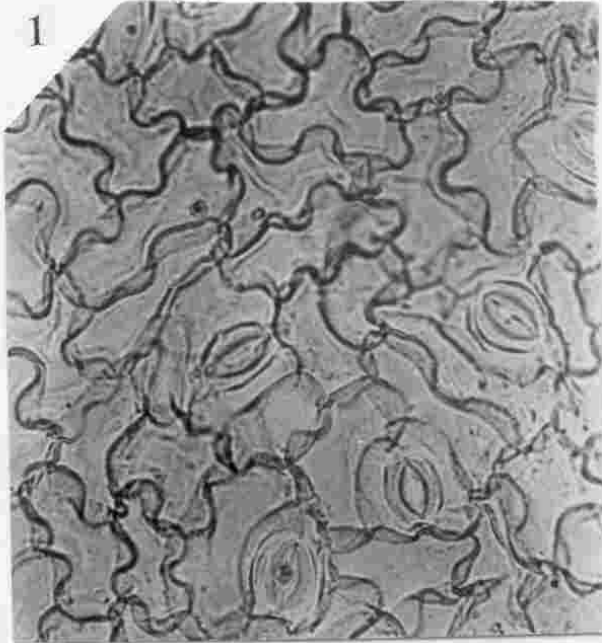
Fig. 2: cf. *Copaiifera tenuifolia* ENGELHARDT, 1000 × (Neumark-Süd 28)

Fig. 3: Nicht näher bestimmte Epidermis-Unterseite von Böhlen, 120 ×

Fig. 4: Nicht näher bestimmte Epidermis-Unterseite von Nachterstedt, 125 ×

Fig. 5: Nicht näher bestimmte Epidermis-Unterseite von Böhlen, 125 ×

Fig. 6: Nicht näher bestimmte Epidermis-Unterseite von Böhlen, 250 ×

Tafel 1

Tafel 2

Fig. 1: *Cassia fayettensis* BERRY (Neumark-Süd 28)

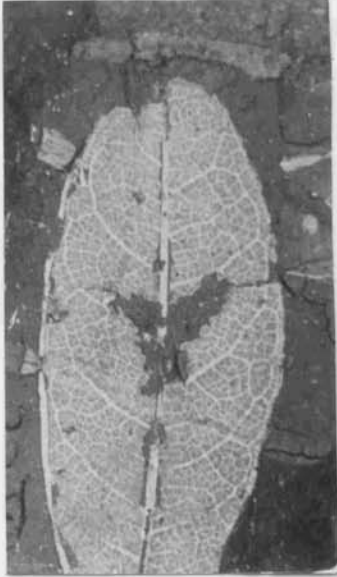
Fig. 2: *Cassia fayettensis* BERRY (Kayna-Süd 1)

Fig. 3: Unterseitige Epidermis von Fig. 2, vergr. 250 ×

Fig. 4: cf. *Discrepoparicutis elongata* KOVACH & DILCHER (Kayna-Süd 1) vergr. 2 ×

Fig. 5: Unterseitige Epidermis von Fig. 4, 500 ×

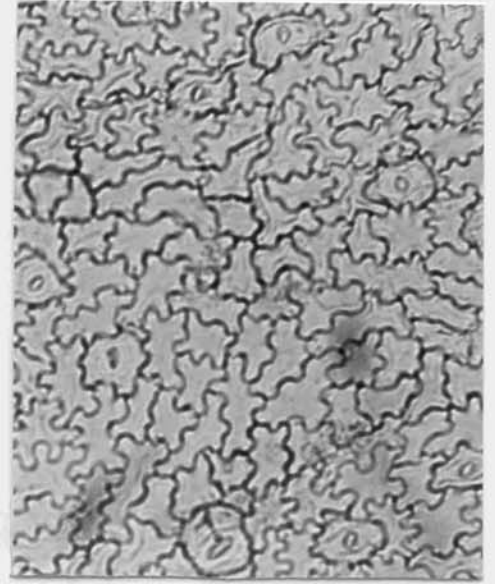
Tafel 2



1



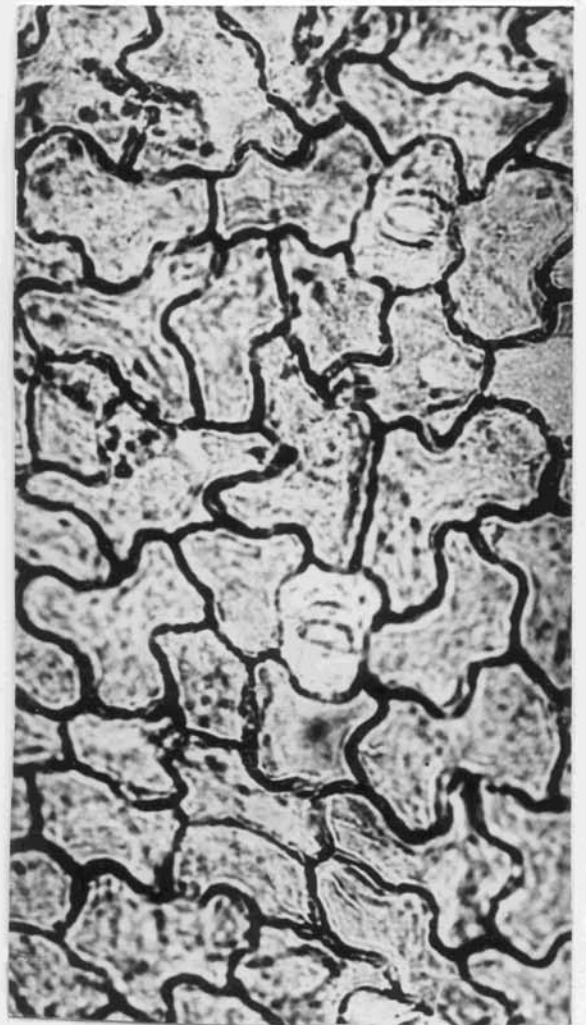
2



3



4



5

Tafel 3

Fig. 1: *Gleditsiophyllum eocenicum* BERRY (Neumark-Süd 28)

Fig. 2: *Gleditsiophyllum eocenicum* BERRY (Neumark-Süd 28)

Fig. 3: Unterseitige Epidermis von Fig. 1, vergr. 500 ×

Fig. 4: *Gleditsiophyllum eocenicum* BERRY (Kayna Süd 1), vergr. 2 ×

Fig. 5: Unterseitige Epidermis von Fig. 4, vergr. 500 ×

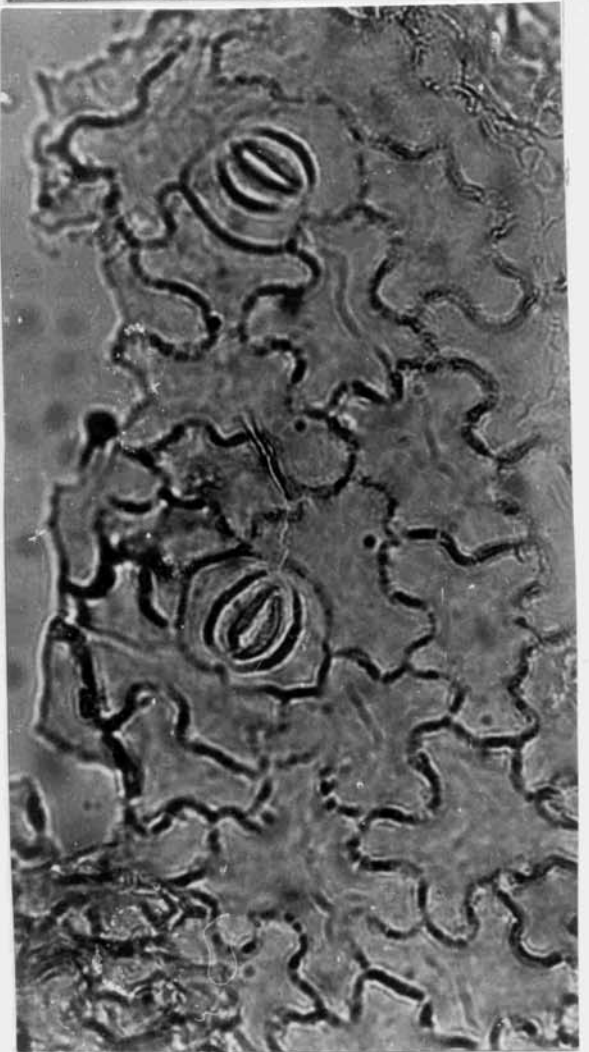
Tafel 3



3



5



4



Tafel 4

Fig. 1: cf. *Podogonium* sp., 250 × (Neumark-Süd 28)

Fig. 2: „*Bauhinia*“ *europaea* ENGELHARDT (Messel)

Fig. 3: *Discrepoparicutis elongata* DILCHER & KOVACH (Kayna-Süd 1), 250 ×

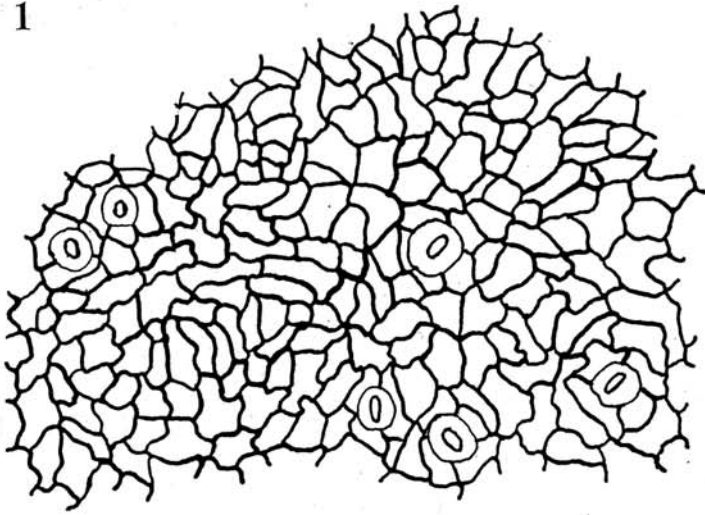
Fig. 4: „*Copaifera*“ *tenuifolia* ENGELHARDT (Messel)

Fig. 5: *Gleditsiophyllum eocenicum* BERRY, 500 ×

Fig. 6: „*Callistemon*“ *lanceolatum* ENGELHARDT (Messel)

Tafel 4

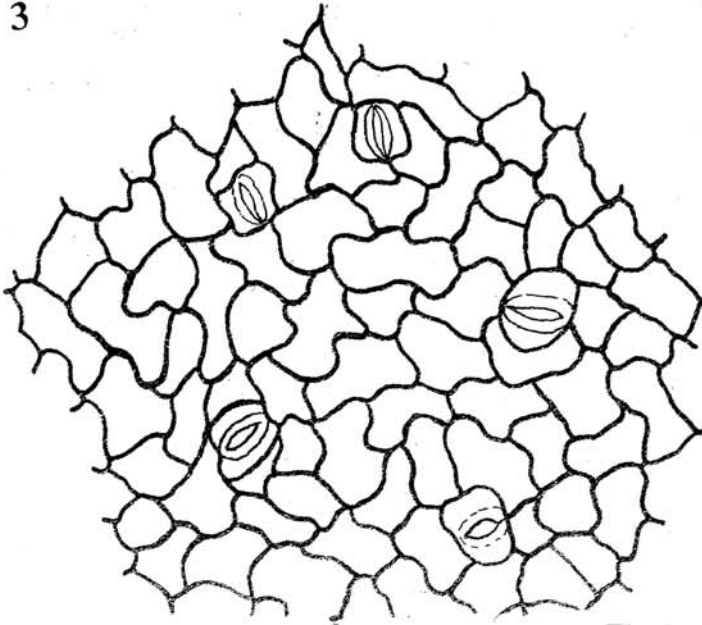
1



2



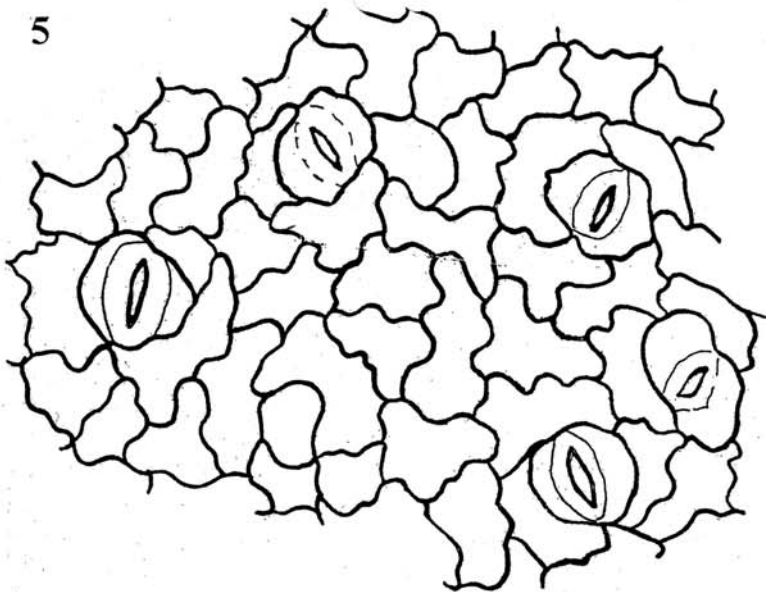
3



4



5



6



Tafel 5

Fig. 1: *Discrepoparicutis elongata* KOVACH & DILCHER (Kayna-Süd 1), 1000 ×

Fig. 2: cf. *Podogonium* sp. (Neumark-Süd 28)

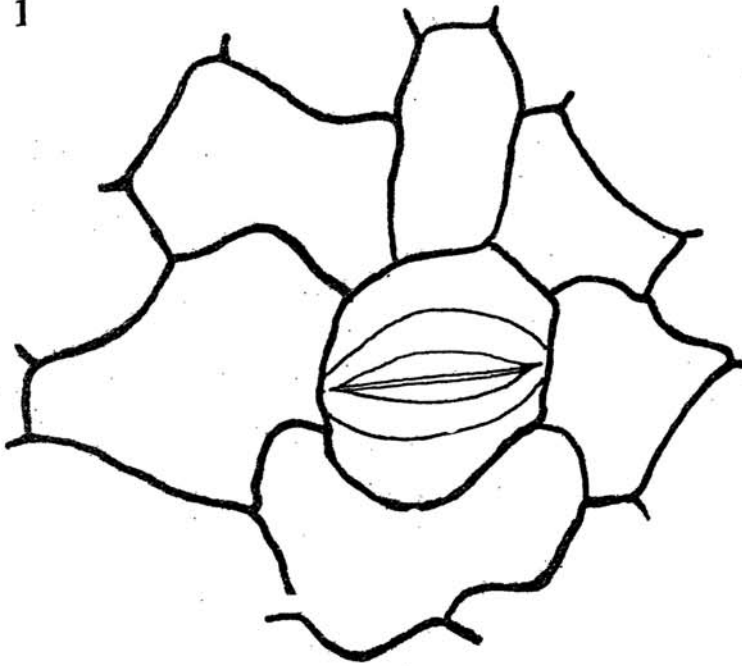
Fig. 3: *Cassia fayettensis* BERRY, 250 × (vgl. Taf. 2, Fig. 1) (Neumark-Süd 28)

Fig. 4: cf. *Copaifera tenuifolia* ENGELHARDT (vgl. Taf. 1, Fig. 1, 2)
(Neumark-Süd 28)

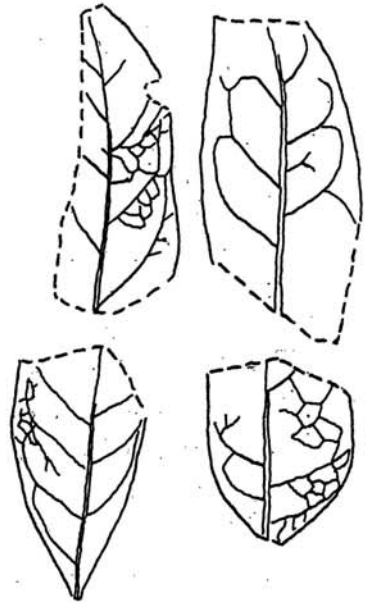
Fig. 5: *Cassia fayettensis* BERRY, 500 × (s. Abb. 3) (Neumark-Süd 28)

Tafel 5

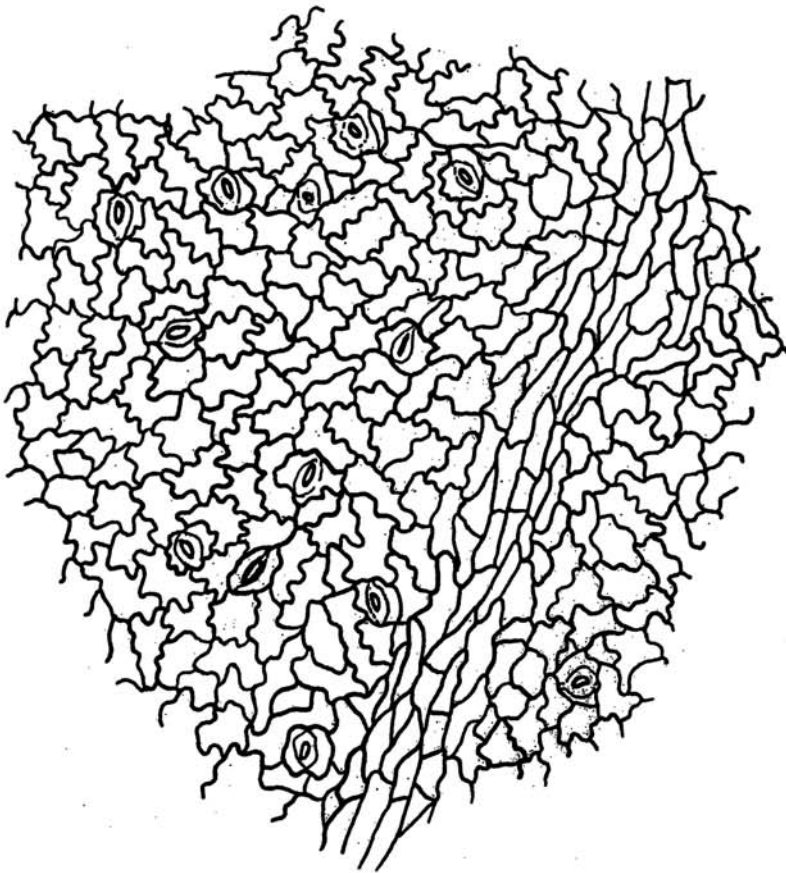
1



2



3



4



5

