

Erstnachweis von *Taiwania*, *Cryptomeria* und *Liquidambar* aus dem Bitterfelder und Baltischen Bernstein

Hellmut Jähnichen¹

Mit 2 Tafeln und 1 Abbildung

Zusammenfassung

Aus dem untermiozänen Bernstein von Bitterfeld (Sachsen-Anhalt) werden erstmalig ein strukturzeigender Zweig von *Taiwania schaeferi*, ein isoliertes Nadel-Fragment von *Cryptomeria* sp. sowie ein Fruchtstand von *Liquidambar europaea* beschrieben. Außerdem muß „*Widdringtonites oblongifolius*“ (Goeppert & Menge) Caspary & Klebs 1906/07 pro parte aus dem obereozänen Baltischen Bernstein nach morphologisch-anatomischen Merkmalskomplexen ebenfalls zu *Taiwania schaeferi* gestellt werden. „*Enormicutis eoconferta*“ – aff. *Cryptomeria* spec. (Schneider 1986) aus der obereozänen Braunkohle von Nordwestsachsen muß nach morphologisch-anatomischen Details zu *Athrotaxis couttsiae* (Heer) Gardner revidiert werden.

Schlüsselwörter: Untermiozän, Obereozän, *Taiwania*, *Cryptomeria*, *Liquidambar*

Abstract

First record of *Taiwania*, *Cryptomeria* and *Liquidambar* from Bitterfeld and Baltic amber

A structure-bearing twig of *Taiwania schaeferi*, an isolated needle-fragment of *Cryptomeria* spec. as also an aggregate fruit of *Liquidambar europaea* are firstly described from the Lower Miocene amber of Bitterfeld (Saxony-Anhalt). Moreover „*Widdringtonites oblongifolius*“ (Goeppert & Menge) Caspary & Klebs 1906/07 p.p. from the Upper Eocene Baltic amber after morphological-anatomical features must be also assigned to *Taiwania schaeferi*. „*Enormicutis eoconferta*“ – aff. *Cryptomeria* sp. (Schneider 1986) from the Upper Eocene brown-coal of North Western Saxony after morphological-anatomical details must be revised to *Athrotaxis couttsiae* (Heer) Gardner.

Key words: Lower Miocene, Upper Eocene, *Taiwania*, *Cryptomeria*, *Liquidambar*

Taxodiaceae

Taiwania Hayata, 1906

Typusart: *T. cryptomerioides* Hayata, 1906

Taiwania schaeferi Schloemer-Jäger, 1958

Synonyma (Auszug)

- 1958 *Taiwania schaeferi* Schloemer-Jäger: 47, Abb. 4–5, Taf. 7: 1–4, – SW Ny-Ålesund, Brögger-Halbinsel, Spitzbergen, Paläo-Eozän.
- 1968 *Taiwania paracryptomerioides* Kilpper: 106, Taf. 36: 6–7, Taf. 37: 1, Tagebau „Zukunft-West“ bei Eschweiler/Niederrhein, Untermiozän.
- 1968 cf. *Taiwania paracryptomerioides* Kilpper: 106, Taf. 35: 14–16, Taf. 37: 2–4, Eschweiler.
- 1974 *Enormicutis ovalicavata* Schneider: 129, Taf. 2: 3, Taf. 3: 1–3 – Tagebau Holzweißig b. Bitterfeld, Bitterfelder Hauptflöz, Untermiozän IIIA

1989 *Taiwania schaeferi* Schloemer-Jäger – Jähnichen: 241 (sine icon.)

1992 *Taiwania* spec. – Schneider: 564, Taf. 2: 2, – Holzweißig

Material: ehem. Grube Goitsche bei Bitterfeld, bernsteinführende Schicht in sandig-schluffigen Lagen zwischen den „Flözen Breitenfeld“ und dem Liegenden des Bitterfelder Hauptflözes, Untermiozän III A. Stratigraphie in: Barthel & Hetzer 1982; Fuhrmann & Borsdorf 1986, Krumbiegel & Kosmowska-Ceranowicz 1988. Museum für Naturkunde Berlin, Inv.-Nr. 1998/96.

Beschreibung: Das strukturzeigende, adulte Zweig-Fragment mißt eine Länge von 18 mm. Die sehr charakteristische Morphologie zeigt falcate, deltoide Blätter in spiraler Anordnung mit terminalem Mucro. Außerdem ist unterseits ein deutlicher medianer Kiel zu beobachten. Das oberste Blättchen außen links läßt vage die typische Topographie der Kutikular-Struktur erkennen: zwei marginale Streifen rectangulärer Zel-

¹ Museum für Naturkunde, Institut für Paläontologie, Invalidenstraße 43, D-10115 Berlin, Germany.
Erhalten Januar 1998, angenommen April 1998

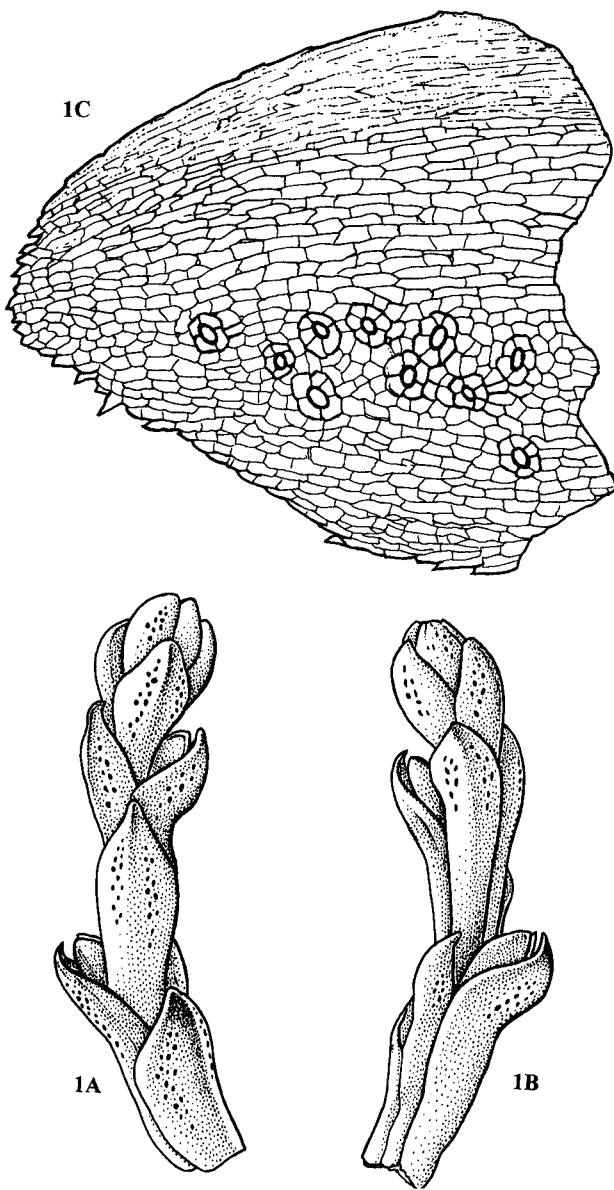


Abb. 1. *Taiwania schaeferi* Schloemer-Jaeger (Original zu „*Widdringtonites oblongifolius*“ (Goeppert & Menge) Caspary & Klebs 1906/07: 68, Taf. 9: 53, 53a–c; Baltischer Bernstein, Obereozän; Pal. Mus. Berlin, Coll. Künow Nr. 136 (Verlust!). **A–B** Adultes Zweigfragment. $\times 10,7$. **C** Ausschnitt aus Fig. 1 **A**; Marginal- und Medianzone, Stomatastreifen der Unterepidermis, Randpapillen $\times 98$. Fig. 1. Adult twig-fragment. Sector from Fig. 1 **A**; marginal- and median zone, stomata-stria of lower epidermis, marginal papillae

len, ein keilartiger Stomata-Streifen, der basal breiter angelegt sich aber deutlich bis oberhalb der Mitte verjüngt (2–1 Stomata) und nicht den Apex erreicht. Es handelt sich in diesem Falle um eine Unterepidermis (Taf. 1, Fig. 1–2). Das oberste Blättchen rechts außen zeigt marginal ebenfalls zwei schmale Streifen rectangulärer Zellen, der Innenrand weist dicht angeordnete kammartige Zähnnchen auf, ein Stomata-Streifen ist mit kurzen, polyedrischen Zellen versehen. An einer Position dieser Lamina, ca. unteres Drittel läßt sich ein Stoma erkennen, daß die typischen Elemente der Kutikularstruktur demonstriert: ovale Wallöffnung, sehr schmaler kutinierter Nebenzellensaum, der von ca. 5 inneren, größeren Kranzzellen umgeben wird. Die stärker kutinisierten Radialwände zwischen Nebenzellen und inneren Kranzzellen sind nur vage angedeutet (Taf. 2, Fig. 1).

Diskussion: Als erster hat W. Schneider (1974) schuppenförmige, amphistomatische Blätter mit obtusem Apex aus der ehem. Grube Holzweißig bei Bitterfeld unter der Bezeichnung „*Enormicutis ovalicavata*“ bekanntgemacht. Schon der decidierte Artname „*ovalicavata*“ trifft sehr gut die Morphologie der Wallöffnung. Schneider hat die Topographie der Kutikularstruktur: zwei marginale Zonen mit rectangulären Zellen sowie zwei relativ kürzere Stomata-Streifen der Unterepidermis und zwei Stomata-Streifen der Oberepidermis, die bis dicht unter den Apex reichen, exakt beschrieben. Aber auch die Elemente der Kutikular-Struktur: ovale Wallöffnung (29 μm lang, 18 μm breit) mit schmalem, stärker kutinisierten Nebenzellensaum (bis 6 Zellen) sowie die anschließenden größeren inneren und äußeren Kranzzellen sowie die Radialwände zwischen Neben- und Kranzzellen lassen sich in den Abbildungen (Schneider: Taf. 3: 3) sehr gut erkennen.

Die morphologisch-anatomischen Merkmalskomplexe seiner „*Enormicutis ovalicavata*“ wurden verisimillime der Fam. *Taxodiaceae* zugeord-

Tafel 1. 1–2. *Taiwania schaeferi* Schloemer-Jaeger, Bitterfelder Bernstein, Untermiozän III A; Inv.-Nr. 1998/96. 1. Adultes Zweigfragment $\times 7$. 2. Ausschnitt mit deutlichem Kiel und Mucro, Stomata-Streifen $\times 47$. 3–4. *Cryptomeria* sp., Bitterfelder Bernstein; Inv.-Nr. 1998/97. 3. isolierte Nadel, pro parte naturmazeriert, $\times 10$. 4. Ausschnitt, Marginal- und Medianzone, zwei Stomata-Streifen der Oberepidermis $\times 160$. 5. *Liquidambar europaea* Al. Braun, Bitterfelder Bernstein (brack!), Fruchtköpfchen-Fragment im Querbruch mit tütenförmigen Kelchköchern $\times 25$, Coll. Klaus-Röhlicke, Berlin

Plate 1. 1. adult twig-fragment $\times 7$. 2. sector with prominent keel and mucro, stomata-striae $\times 47$. 3. isolated needle, pro parte natural macerated $\times 10$. 4. sector, marginal- and median zone, two stomata-striae of upper epidermis $\times 160$. 5. fruitlet-fragment in cross-fraction with ochreate calyx-quivers $\times 25$

Tafel 1



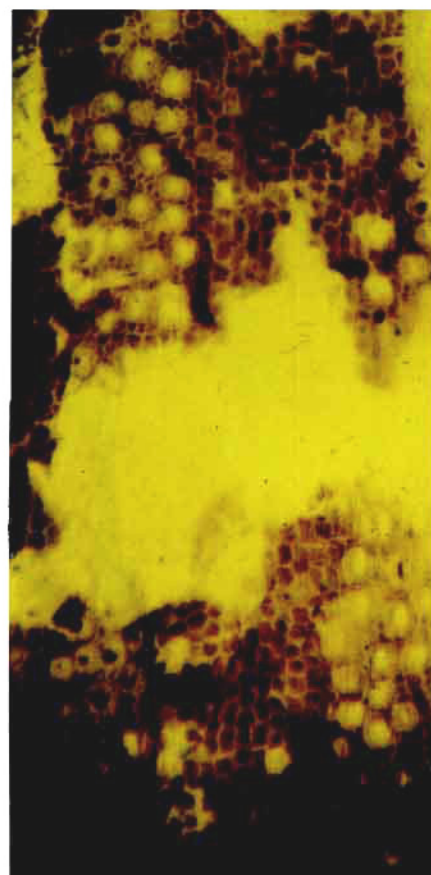
2



1



3



4



5

net, eine genauere Affinität wurde damals noch nicht erkannt. Es wurde damals offenbar übersehen, daß bereits Schloemer-Jäger (1958) als erste auf dem europäischen Kontinent Zapfenreste und Zweige mit sehr fragmentarisch erhaltener Kutikular-Struktur als *Taiwania schaeferi* aus paläo-eozänen hochinkohlten Tonen von Spitzbergen beschrieben hat. Außerdem hat Kilpper (1968) Zapfen und Kutikular-Strukturen als *Taiwania paracryptomerioides* resp. *T. cf. paracryptomerioides* aus den Decksanden der Gr. „Zukunft-West“ bei Eschweiler/Niederrhein (Untermiozän) bekanntgemacht.

Bei der Durchsicht von „*cuticulae dispersae*“ aus dem Bitterfelder Hauptflöz – ehem. Tagebaue Holzweißig und Muldenstein (Coll. R. Litke) durch den Verfasser wurden in folgenden Präparaten Fragmente von *Taiwania* nachgewiesen (Ho-Präp. Nr. 21–22, 70, 134, 138–140; Mu-Präp. Nr. 292, 340, 341 und 344). Im Präp. Muldenstein Nr. 340 wurde z. B. auch ein sehr gut erhaltener Fetzen mit inneren und äußeren Kranzzellen festgestellt (Taf. 2: 2). Aus dem Braunkohlenflöz Puschwitz, Oberlausitz wurde ebenfalls eine *cuticula dispersa* – Präp. Pu – II (Coll. R. Litke) mit sehr typischem Mucro und ein Stomata-Streifen, der bis dicht unter den Apex reicht (Ober-Epidermis), nachgewiesen (Taf. 2: 6).

Somit handelt es sich bei dem neu entdeckten Bernstein-Zweig aus der ehem. Grube Goitsche b. Bitterfeld sowie den anderen soeben genannten Vorkommen aus dem Bitterfelder Revier und den Nachweisen von Eschweiler/Niederrhein um die gleiche Pflanze. Als ältestes Epithet wird dafür *Taiwania schaeferi* Schloemer-Jäger, 1958 vorgeschlagen, zumal es sich um eine altertümliche Taxodiaceen-Gattung handelt, die sich bis in die Kreide verfolgen läßt. Die morphologisch-anatomischen Merkmalskomplexe lassen sich di-

rekt mit der rezenten *Taiwania cryptomerioides* (Hayata 1906, Florin 1931, Gaussen 1939) (Taf. 2: 3–5) resp. *Taiwania flousiana* Gaussen, 1939 vergleichen. *Taiwania cryptomerioides* ist heute nur auf Taiwan beschränkt, während *T. flousiana* im Grenzgebiet Hupeh-Szechuan, NW Yunnan sowie in SE Tibet und Nordbirma verbreitet ist.

Den gleichen stratigraphischen bernsteinführenden Horizont in der ehem. Grube Goitsche fand bereits Süss (1957: 125, 137, Tab. 1, Bild 19) in glimmerführenden, stark kohlehaltigen Sanden mit großen nuß- bis faustgroßen „Retiniten“ unter Hinweis auf ähnliche „Retinit“-Funde in der alten Grube Golpa N Bitterfeld (Hasenknopf et al. 1933) in Glimmersanden im Liegenden der Grundkohle. Weiterhin erwähnt Süss (1957: 120, Tab. 3) eine sehr „pflanzen-detritus- und harzreiche Grundkohle“ aus dem ehem. Tagebau, „Freiheit I“, die er ebenfalls mit der Bankkohle von Golpa vergleicht.

Außerdem wird von Süss (1957: 126) ein weiterer „Retinit-Fund“ in Glimmersanden unter der Kohle aus dem Bohrloch 4⁵⁴ des Muldensteinfeldes genannt (vgl. Schulze & Bognitz 1955).

Weitere Vorkommen: Lausitzer Braunkohle, Frielendorfer Braunkohle – Untermiozän VI, VIII; Oligo-Miozän (Jähnichen 1989: 241).

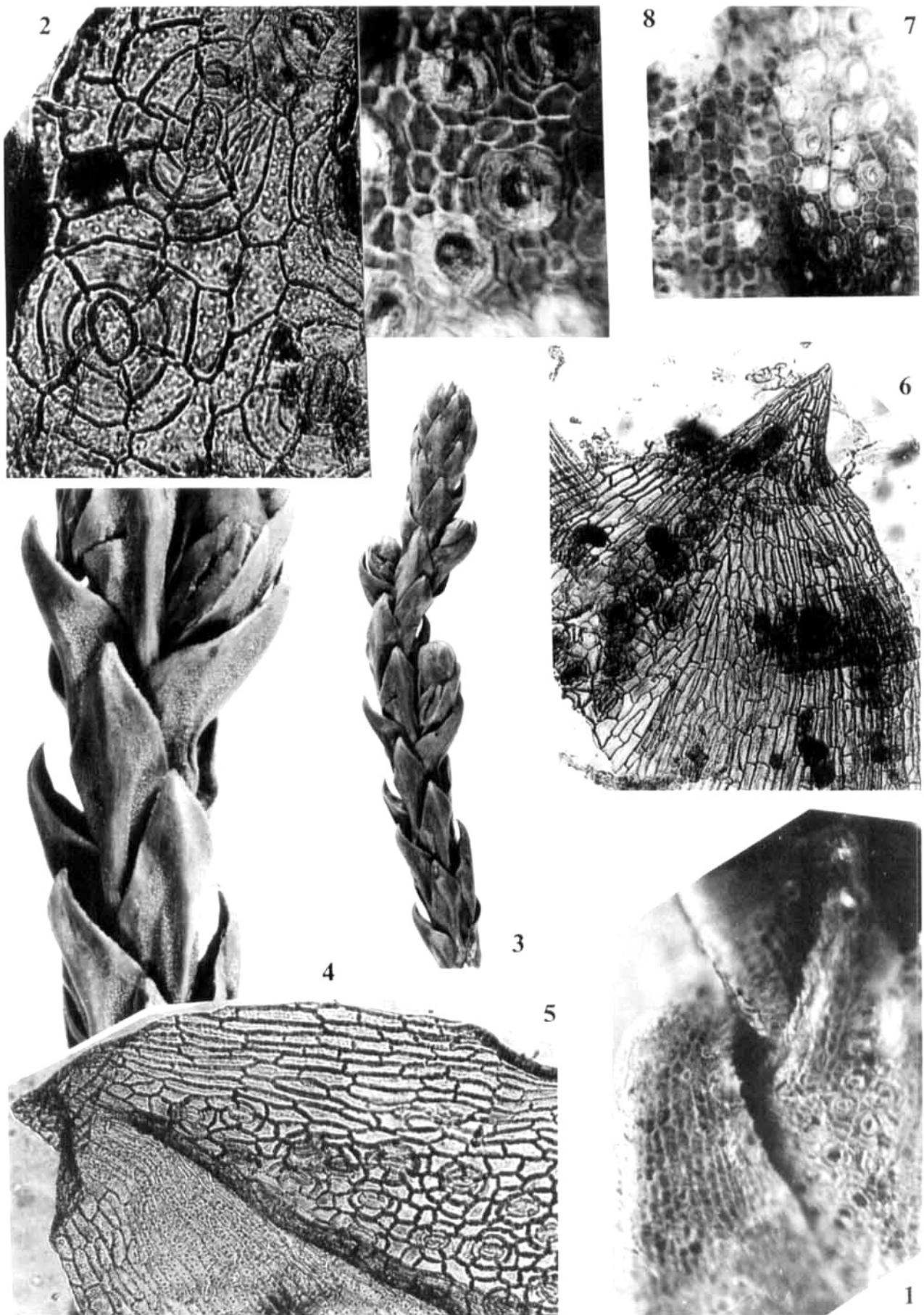
Kritische und ausführliche Bearbeitung von *Taiwania* (Zapfen und Blätter) in Eurasia wird Verfasser in einer Monographie darstellen.

Schneider (1992) weist darauf hin, daß innerhalb der Moorsuccessionen *Taiwania schaeferi* im zentralen Teil des Angiospermen-Buschmoores (A-Facies) im Niederlausitzer Unterflöz ein wichtiges Florenelement darstellt. „In inselartigen Flächen (hammocks) erscheint *Taiwania* zusammen mit *Cunninghamia* und *Sequoia*“ (Schneider, 1992: 556, 558, Fig. 2–4).

Tafel 2. 1. *Taiwania schaeferi*, Ausschnitt aus Taf. 1, Fig. 2, Marginal- und Medianzone, Stomata-Streifen, Randpapillen $\times 70$. 2. *Taiwania schaeferi* – *cuticula dispersa*, Stomata mit inneren und äußeren Kranzzellen, Kalziumoxalat-Kristalle, Bitterfelder Hauptflöz, Tagebau Muldenstein, (Coll. R. Litke), Präp.-Nr. Mu-340, $\times 264$. 3–4. *Taiwania cryptomerioides* Hayata, Arisan, Taiwan, Prov. Kagi, Coll. E. H. Wilson, Nr. 9690, Herb. Arnold Arbor., Harvard Univ., Jamaica Plain, Mass./USA, don. R. A. Howard. 3. adultes Zweigfragment pro parte mit Blattknospen $\times 3$. 4. dto. mit deutlichem Kiel, Stomata-Streifen der Ober- und Unterepidermis $\times 8$. 5. *Taiwania flousiana* Gaussen, Prov. Hupeh/China, Li-Chuan-Hsien, Lan-Ni-Pa, altitude 2650 feet, Coll. C. T. Hwa, Nr. 480, 4. 5. 1948, Herb. Lab. forest. Toulouse, don. H. Gaussen, Marginal- und Medianzone, Kalziumoxalat-Kristalle, Stomatastreifen der Oberepidermis $\times 105$. 6. *Taiwania schaeferi*, *cuticula dispersa*, Braunkohlenflöz Puschwitz b. Bautzen, Oberlausitz, Untermiozän VI, (Coll. R. Litke), Präp.-Nr. II, mit sehr gut erhaltenem Mucro, Stomata-Streifen der Oberepidermis $\times 105$. 7–8. *Cryptomeria* sp., Bitterfelder Bernstein. 7. Medianzone mit Stomata-Streifen der Oberepidermis $\times 80$. 8. Stomata-Streifen $\times 160$

Plate 2. 1. Sector from Pl. 1, Fig. 2, marginal- and median zone, stomata-striae, marginal papillae $\times 70$. 2. *cuticula dispersa*, with inner and exterior crown-cells, calciumoxalate crystals $\times 264$. 3. adult twig-fragment pro parte with leaf – buds $\times 3$. 4. dto. with prominent keel, stomata-striae of upper and lower epidermis $\times 8$. 5. marginal- and median zone, calcium-oxalate crystals, stomata-stria of upper epidermis $\times 105$. 6. *cuticula dispersa* with well preserved mucro, stomata-stria of upper epidermis $\times 105$. 7. median zone, stomata-stria of upper epidermis $\times 80$. stomata-stria $\times 160$

Tafel 2



Taiwania schaeferi (Schloemer-Jäger 1958) – erster Nachweis aus dem Baltischen Bernstein (Obereozän)

Synonym:

1906/07 „*Widdringtonites oblongifolius*“ (Goeppert & Menge) Caspary & Klebs: 68, Taf. 9: 53, 53 a–c, Baltischer Bernstein, Obereozän.

Material: Baltischer Bernstein, Ober-Eozän, Coll. Künow, Nr. 136 (verschollen!). Die sehr umfangreiche Bernstein-Collection Künow mit Pflanzen-Inklusen befindet sich im Sammlungs-Fundus des Paläontologischen Institutes Berlin.

Bemerkungen: Bei der zufälligen Durchsicht des Bernstein-Atlas von Caspary & Klebs (1907) stach mir sogleich das morphologisch sehr charakteristische Zweig-Fragment, 7 mm lang, ins Auge. Auch ohne Kenntnis der ausführlichen Beschreibung von Caspary & Klebs handelt es sich um adulte, falcate Schuppenblätter in spiraliger Anordnung, dem Zweig dicht angedrückt, mit Kiel, apikal löffelförmig eingekrümmt, z. T. mit sehr typischem Mucro. Auf den Blättern sind die Stomata punktförmig angedeutet. Dabei sind neben der Mediane je zwei Stomata-Streifen zu beobachten, die sowohl den Apex erreichen (Ober-Epidermis) bzw. weiter entfernt vom Apex auskeilen (Unter-Epidermis).

Allein die morphologischen Details beweisen dem Verfasser, der sich seit Jahrzehnten mit Blätterfloren und *cuticulae dispersae* in Braunkohlenflözen beschäftigt, daß es sich einwandfrei um die Taxodiaceen-Gattung *Taiwania* handelt. Die zugehörige Kutikular-Struktur ergänzt diese taxonomische Affinität aufs Beste (Abb. 1 A–B).

Beschreibung: Marginalzone mit schmalen, rechteckigen Epidermiszellen, Median-Zone ebenso. Ein Stomata-Streifen mit irregulär verteilten Spaltöffnungsapparaten (2–1 Stomata), die entfernt vom Apex auskeilen. Es handelt sich dabei mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit um eine Unter-Epidermis.

Elemente der Kutikular-Struktur: Ovale Wallöffnung mit einem sehr schmalen, stärker kutinisierten Nebenzellensaum, der von 4–6 deutlich größeren Kranzzellen umgeben wird. Epidermis-Zellen innerhalb des Stomata-Streifens polyedrisch in irregulärer Anordnung (Abb. 1C). Caspary & Klebs beschreiben die Morphologie und besonders die Kutikularstruktur auch mit sehr detaillierten Messungen. Ovale Wallöffnung 34 µm – 39 µm, [zum Vergleich bei Schneider 1974: 29 µm (20 µm – 39 µm)] lang, aus dem Bitterfelder Flöz. Natürlich war der spezielle Feinbau der Stomata, wie durch (Florin 1931) in mehr als zehnjähriger Arbeit meisterhaft analy-

siert, den alten Autoren damals noch nicht bekannt; denn Caspary & Klebs nennen „kleine, parenchymatische Zellen, die die Vorhöhle umgeben“, damit sind natürlich die vergrößerten inneren Kranzzellen gemeint. Der zu differenzierende sehr schmale Nebenzellensaum wird noch nicht diskutiert. Kranzzellen 28 µm–36 µm lang, 17 µm–19 µm breit. Weiterhin liegen für das Marginal- und Median = „Parenchym“ Zellmessungen vor. Außerdem werden „winzige, spitze Zähnchen“ d. h. Randpapillen aus der Apikal-Region der Blätter erwähnt (vgl. *Taiwania schaeferi* aus dem untermiozänen Bernstein von Bitterfeld). Die taxonomische Zuordnung des adulten Zweig-Fragmentes durch Caspary & Klebs zu „*Widdringtonites oblongifolius*“ in Anlehnung an Goeppert & Menge (1883: 40, Taf. 15: 162–172) „wenn es auch im einzelnen etwas abweicht“ ist eine Fehlinterpretation. Es handelt sich vielmehr um ein adultes Zweig-Fragment der Taxodiaceen-Gattung *Taiwania*, das in der morphologisch-anatomischen Variationsbreite von *Taiwania schaeferi* liegt, wie wir es bereits aus dem untermiozänen Bernstein von Bitterfeld kennengelernt haben vgl. (Taf. 1: 1–2, Taf. 2: 1).

Damit ist der erste sichere Nachweis von *Taiwania* aus dem obereozänen Bernstein des Baltikums gelungen. Nunmehr liegt eine zweite Lokalität aus dem Fennoskandium vor, nachdem bereits (Schloemer-Jäger 1958) Zapfen und Zweigfragmente aus dem paläo-eozänen hochinkohlten Tonen von Ny-Ålesund, Brögger-Halbinsel, Spitzbergen, unter dem Epithet *Taiwania schaeferi* bekannt gemacht hat.

Taxodiaceae

Cryptomeria D. Don, 1825

Typusart: *Cupressus japonica* Linné filius, 1781

Cryptomeria sp.

Vergleichbare Arten:

- 1953 *Cryptomeria* sp. – Sweschnikowa: 417, Text-Abb. 2; Taf. 3: 1, 3–4, Čochata, Westgeorgien – Mäot.
- 1958 *Cryptomeria japonica* D. Don fossilis Kolakovskii: 322, Taf. 3: 1 – Duab, Kodor, Abchasia. Pliozän.
- 1963 *Cryptomeria japonica* D. Don fossilis – Sweschnikowa: 225, Taf. 12: 9–10, Čochata.
- 1968 *Cryptomeria rhenana* Kilpper: 105, Taf. 38: 3–4, – Grube „Zukunft-West“ b. Eschweiler, Niederrhein, Unter-miozän.
- 1968 cf. *Cryptomeria rhenana* Kilpper: 105, Taf. 35: 10–12, Taf. 37, Fig. 6, Taf. 38: 1–2, Eschweiler.
(*Cryptomeria rhenana* ist auf Zapfen begründet)

- 1969 *Enormicutis amplicavata* Schneider: 25, Taf. 8: 2 – Tagebau Scado b. Senftenberg, Untermiozän VIII.
 1974 *Cryptomeria japonica* D. Don fossilis – Kolakovskii & Schakryl: 158, Taf. 1: 4–5, Taf. 5: 3–5, Abchasien, Sarmat.
 1975 *Cryptomeria* sp. – Chochieva: Taf. 11: 1, Westgeorgien, Pliozän.
 1986 *Enormicutis conferta* Schneider: 736, Abb. 2c; Taf. 1: 1–6, Niederlausitzer Unterflöz, Seese-Ost u. Bärwalde-West, Untermiozän, VIII.
 1992 *Cryptomeria* sp. („*Enormicutis conferta*“) – Schneider: 561, Taf. 4: 3, N. L. Unterflöz, Tagebau Scado.

Material: ehemalige Grube Goitsche bei Bitterfeld, bernsteinführende Schicht, Untermiozän IIIA. – Museum für Naturkunde Berlin, Inv.-Nr. 1998/97.

Beschreibung: Isolierte Nadel, 12 mm lang, ohne Apex, leicht bogig, Pediculus 0,5 mm, p. p. naturmazeriert (Taf. 1: 3).

Topographie der Kutikular-Struktur: am besten im Mittelabschnitt der Lamina erkennbar. Marginalzonen aus polygonalen Epidermiszellen (bis 5 Zellen breit), in Reihen angeordnet, Mediane stomatafreie Zone mit polyedrischen Zellen (bis 8 Zellen breit), aber kurzzelliger als innerhalb der Marginalzonen, ebenfalls in Reihen, vereinzelt bis 3 Zellen mit rotundaten Wänden. Links und rechts der medianen Zone zwei Stomata-Streifen, im unteren Drittel 1–2–3 Stomata, im mittleren Bereich 3–4 Stomata in sehr dichter Anordnung. Wallöffnungen längs bzw. schräg zur Blattachse orientiert. Epidermiszellen innerhalb der Stomata-Streifen irregulär angeordnet (Taf. 1: 4; Taf. 2: 7–8).

Elemente der Kutikular-Struktur: Stomata amphizyklisch, aber teilweise von inneren Kranzzellen nicht vollständig umgeben. äußere Kranzzellen fehlen. Infolge der Naturmazerierung graduell verschiedener Mazerationsgrad. Deshalb sind die Nebenzellen nicht im einzelnen zu differenzieren. Oft liegen die Nebenzellen zweier benachbarter Spaltöffnungsapparate dicht nebeneinander, haben aber keine gemeinsame Nebenzelle. Die von Florin (1931: 364 ff.) erwähnten zwei kleinen stumpfen Vorsprünge an jedem polaren Ende der Wallöffnung wie bei der rezenten *Cryptomeria japonica* sind bei der isolierten fossilen Nadel nicht festzustellen. Maße der Wallöffnungen: 28 µm lang, 17 µm breit. Ansonsten liegt die Bitterfelder Nadel in der morphologisch-anatomischen Variationsbreite von *Cryptomeria japonica*.

Diskussion der verschiedenen Nachweise von *Cryptomeria* in diversen Lokalitäten

Den ersten sicheren Nachweis lieferte J. St. Gardner (1884–86: Taf. 21: 2), der beblätterte Zweige mit ansitzenden Zapfen aus dem Paleo-

zän von England, Isle of Mull, der Basaltic Formation von Glenarm als *Cryptomeria sternbergii* (Goeppert) beschrieb, was auch von Ferguson (1967) bestätigt wird. Allerdings Gardners Anmerkung, die sogenannte „*Sequoia sternbergii*“ („*Araucarites sternbergii*“ Goeppert) aus dem Eozän von Monte Promina (Ettingshausen 1855) ebenfalls zu *Cryptomeria* zu transferieren, ist eine Fehlinterpretation. Letztere gehört haud dubie zu *Doliosstrobos*.

Derbyshire, England – Pliozän (Boulter 1970).

Cryptomeria anglica Boulter ist im anatomischen Feinbau mit *Cryptomeria rhenana* Kilpper identisch, Zapfen und Samen entsprechen *Cryptomeria japonica*. In zwei Stomata-Streifen sind abaxial bis 4 Stomata, adaxial bis 10 Stomata vorhanden. Außerdem wird eine kräftige Schließzellen-Kutinisierung beschrieben, die durch den stark kutinisierten Außenwall und durch kräftig gebogene polare Lamellen charakterisiert wird (Boulter 1970: 281).

Bemerkungen: Dieser Erhaltungszustand der stark aufgebogenen polaren Lamellen wird durch Submazeration erreicht und ist in der paläobotanischen Literatur mehrfach belegt, besonders für diverse Koniferen-Gattungen. Bei *Cryptomeria* cf. *sternbergii* (Palamarev & Petkova 1966) aus dem Paläogen von Devin, Südbulgarien sind ebenfalls stark kutinisierte verholzte Lamellen am polaren Ende der Stomata festzustellen (Palamarev & Petkova 1966: Taf. 2: 1; Taf. 4: 1). Letztere werden später von Kolakovskii & Schakryl (1974) als typisch „corniculat“ bezeichnet.

Bereits bei Weyland (1957) finden wir diese typischen anatomischen Details bei seinem „*Palmophyllum multiseriale*“ aus der niederrheinischen Braunkohle in sehr dichten Lagen, das später von Mai & Walther (1988) zu *Cephalotaxus multiserialis* revidiert wurde.

Kolakovskii & Schakryl (1970) beschreiben aus dem Sarmat von Abchasien eine neue Sequoia-Art, die sie als *Sequoia „corniculata“* bezeichnen. Schon der gewählte Art-Name „*corniculata*“ belegt die charakteristischen anatomischen Details, nämlich die „kutikulare Verdickung der radialen Wände an den Polen an der Stelle der Zurundung der Zellen bildet eine klar ausgedrückte Figur von „Hörnchen“. Bei progressiver Mazeration wird die Lignit-Substanz aufgelöst und der gleiche anatomische Bau wie bei *Sequoia abietina* erreicht. *Sequoia „corniculata“* ist deshalb als Art-Name überflüssig und synonym zu *Sequoia abietina*.

Selbst bei der monographischen Bearbeitung von *Amentotaxus gladifolia* (Ludwig) Ferguson et al. (1978) (Amentotaxaceae) im europäischen Tertiär wurde bewiesen, daß bei anatomischen Vergleichsstudien mit rezenten Arten, wie *Amentotaxus argotaenia* aus Kwantung, China, die Unterepidermis verschiedene Mazerationsgrade innerhalb eines Kutikulen-Präparates aufwies: komplette Schließzellen mit kräftig verholzten polaren Lamellen – bis nach weiterer Oxydation nur eine zentrale Öffnung (orifice) verblieb, die die Position des eigentlichen Stomas markiert (Ferguson et al. 1978: 386, Fig. 4; Taf. 41–42; Florin 1931: Taf. 33: 6–7).

Niederrheinische Braunkohle, Decksande, Eschweiler – Miozän (Kilpper 1968).

Cryptomeria rhenana ist auf Zapfen begründet, die sich morphologisch wesentlich von *Cryptomeria japonica* unterscheiden. Die Kutikularstruktur der isolierten und am Zapfen ansitzenden Blätter sind durchaus mit *Cryptomeria japonica* identisch. Die kleinen, stumpfen Vorsprünge am polaren Ende der Wallöffnungen sind fossil nicht nachweisbar. Die mit cf. *Cryptomeria rhenana* bezeichneten Kutikularstrukturen fallen in die anatomische Variationsbreite von *C. rhenana* und sind damit synonym.

Westgeorgien, Pliozän (Chochieva 1975) – nur Zweigabdruck von *Cryptomeria* sp.

Westgeorgien, Čochata, Mäot (Sweschnikowa 1953); Abchasien, Sarmat (Kolakovskii 1958 und Kolakovskii & Schakryl 1974).

Die amphistomatischen Blätter sind nach den anatomischen Merkmalskomplexen mit *Cryptomeria japonica* vergleichbar. Auf „corniculate“ Strukturen am polaren Ende der Stomata wird hingewiesen.

Fernöstliches Rußland, Sichote-alin, Rettichowka Braunkohlenggebiet – Miozän (Pimenov 1984).

Gegenüber den bislang aus diversen europäischen Lokalitäten beschriebenen amphistomatischen Blättern von *Cryptomeria* ist *Cryptomeria sichotensis* hypostomatisch. Stomata-Reihen sind nur auf der Oberseite vorhanden. Die Unterepidermis besteht aus Epidermiszellen analog der Oberseite. *C. sichotensis* unterscheidet sich von *C. anglica* aus England durch die Hypostomatie mit mehr Stomata-Reihen auf der Oberseite und etwas anderen Formen von Nebenzellen.

Excludenda Species: *Cryptomeria protojaponica* Klimova (1975) ebenfalls von Sichote-alin, Rettichowka, nach Pimenov (1984: Taf. 10: 8–11) wird zu *Sequoia* sp. revidiert.

Bitterfelder Flöz – Untermiozän IIIA, Nie-

derlausitzer Unterflöz – Untermiozän VIII (Schneider 1969, 1986, 1992).

Die von Schneider (1969) beschriebene „*Enormicutis amplicavata*“ aus dem Tagebau Holzweißig bei Bitterfeld und *Cryptomeria* sp. (Schneider 1992) aus dem Tagebau Scado bei Senftenberg sind in ihren anatomischen Merkmalskomplexen identisch. Diese lassen sich direkt mit *Cryptomeria* sp. aus dem Bitterfelder Bernstein, Tagebau Goitsche, vergleichen nur mit dem Unterschied, daß die Stomata p. p. auch quer zur Blattachse verlaufen. Das gleiche anatomische Bild trifft auch für „*Enormicutis conferta*“ (Schneider 1986) aus dem Niederlausitzer Unterflöz vom Tagebau Seese-Ost bei Lübbenau bzw. Bärwalde-West zu mit dominanter Querorientierung der Stomata zur Blattachse. Neben der charakteristischen, sehr dichten Anordnung der Stomata werden auch solche in einzelnen getrennten Reihen (bis drei Zellen breiter Abstand) festgestellt (Schneider, 1969: 736, Taf. 1: 1–6). Somit ist „*Enormicutis amplicavata*“ und „*E. conferta*“ synonym zu *Cryptomeria*. Nach Schneider (1992: 561, Fig. 2) ist *Cryptomeria* innerhalb der Moor-Successionen besonders in der *Pinus*-bog-Facies anzutreffen.

„*Enormicutis eoconferta*“ Schneider (1986) aus Schleenhain-Weißeßterbecken-Flöz II – versus *Athrotaxis couttsiae* (Heer) Gardner – Ober-
eozän.

Die taxonomische Affinität der „schuhförmigen“ mit obtusem Apex versehenen Schuppenblätter von „*Enormicutis eoconferta*“ nach Schneider zu *Cryptomeria* hat niemals solche dicken, kurzen Schuppenblätter wie „*Enormicutis eoconferta*“. Vielmehr im Zusammenhang mit dem anatomischen Bau müssen so figurierte Blättchen ganz sicher und haud dubie zu *Athrotaxis couttsiae* gestellt werden. Das bei Schneider (1986: Taf. 2: 1) abgebildete Schuppenblatt stammt mit Sicherheit aus der Apikal-Region eines Zweigfragmentes. Diese sehr charakteristische Taxodiaceen-Gattung, deren Vorläufer wohl schon in der Kreide liegen, sind in den Kohleflözen und der diese begleitenden kohligen Tone innerhalb des Weißeßter-Beckens ein dominantes Florenelement. Ökologisch-soziologisch gehört es zur *Athrotaxis-Doliosirobus*-Lauraceen-Waldformation. Ausführliche Studien zu *Athrotaxis couttsiae* vgl. bei Walther (1976: 68, Taf. 2–4), Mai & Walther (1978, 1985).

Verfasser hat aus seiner Tätigkeit am Staatl. Mus. für Min. u. Geologie zu Dresden (1954–56) eine Kohlenprobe aus Seidewitz-Tanndorf, SE von Grimma, Untermiozän IV, in

Erinnerung mit dichten Lagen von *Athrotaxis couttsiae*-Zweigen und *cuticulae dispersae* von *Vaccinioides lusatica* (Litke) Kvaček & Walther (1990).

Altingiaceae

Liquidambar Linn, 1753

Typusart: *L. styracifluum* Linné, 1753

Liquidambar europaea Al. Braun, 1847

Synonyma (Auswahl)

- 1847 *Liquidambar europaea* Braun in: Unger, 1847: 120, Taf. 35: 1–5 (Fig. 3: fructus!) Parschlug, Austria, Untermiozän.
 1897 *Liquidambar europaea* – Schlechtendal: 24, Taf. 5: 8 a–b, Bitterfelder Deckton, sine loc., Untermiozän III A (Verlust!).
 1933 *Liquidambar europaea* – Menzel-Gothan-Sapper: 19, Taf. 4: 13, ehem. Grube „Wilhelminenglück“ Klettwitz, Mittelmiozän.
 1978 *Liquidambar europaea* – Mai & Walther: 54, Taf. 18: 17, Haselbach (Loc. 1)/Weißelsterbecken, Mittelmiozän.
 1989 *Liquidambar europaea* – Mai: 10, Taf. 2: 16–17, Wischgrund b. Kostebrau/NL., Mittelmiozän XIII.

Material: ehem. Grube Goitsche b. Bitterfeld, bernsteinführende Schicht (brack!), Untermiozän III A, Coll. Klaus Röhlicke, Berlin.

Beschreibung: Fruchtstand-Fragment teilweise abradiert, durch Kompression längs verdrückt. Der Querbruch zeigt ca. 11 tütenförmige, verholzte Kelchköcher, in denen die Endokarprien sitzen (Taf. 1: 5).

Diskussion: Bereits Schlechtendal (1897: Fig. 8 a–b) bildet inkohlte globose Fruchtköpfchen ab, „die mit schnabelartig überragenden Griffeln“ versehen sind. Fig. 8a zeigt solche mit Stiel, 5 cm lang, 3 mm breit. Auf Grund des Erhaltungszustandes ist es nicht zu entscheiden, ob eine Affinität zu *Liquidambar magniloculata* Czeccott & Skirgiello, 1959 in Frage kommt; das gleiche gilt für den neu beschriebenen Bernsteinfund.

Bemerkungen: Nomenklatorische Probleme zu ? *Liquidambar* (fructus!) versus *Quercus sapperi* (Menzel) Mai? *Liquidambar* (fructus!) – Schlechtendal (1897: 24, Taf. 5: 9, Taf. 6: 8) versus *Quercus sapperi* (Menzel) Mai emend. ex Gregor (1982: 94, Taf. 3: 1–3 (cupulae), Taf. 16: 12 (fructus!)): Schlechtendal (1897) bildet einen stark inkohlten „Fruchtzapfen“ von ? *Liquidambar* mit Gegendruck aus den mittelmiozänen

Tonen von Zschipkau/Niederlausitz ab, dessen taxonomische Affinität auch von ihm bereits bezweifelt wird. Letzterer ist mit „starren, zungenförmigen gekrümmten Fortsätzen versehen, welche stumpf oder spitz enden. Diese Fortsätze zeigen eine ganz andere Bildung als sie den *Liquidambar*-Fruchtköpfen eigen sind. Bei *Liquidambar* sind diese Fortsätze walzig, während sie bei dem vorliegenden Abdruck zungenförmig, also abgeflacht und wie es scheint, an der stumpf zugerundeten Spitze wieder aufgekrümmt sind. Sie erscheinen daher mehr als Schuppen“. Mit dieser morphologischen Deutung war Schlechtendal also schon auf dem richtigen Wege, ohne freilich die wahre Affinität zu einem bestimmten Genus erkannt zu haben.

Es handelt sich natürlich um relativ große Kupulen mit dicht angeordneten lineaten und lanceolaten Schuppen, die zuerst von Mai (1967: 77) als invalide Kombination zu *Quercus* L. gestellt und später von H.-J. Gregor (1982: 94) als *Quercus sapperi* (Menzel) Mai emend. gültig publiziert wurde.

Letztere Kombination durch Gregor hat Priorität versus A. Hummel (1983: 54). Diese nomenklatorische Problematik hat auch Mai (1989: 12) übersehen, der noch Hummel die gültige Kombination zuweist.

Gregor (1982: 95) bemerkt noch, „daß es für die Kupulen typisch ist, daß die Früchte immer ausgefallen sind“. Auch bei Mai liest man, „Früchte noch unbekannt“.

Demgegenüber fand aber Gregor heraus, „daß isolierte Früchte von ca. 3 cm Ø mit Sicherheit zu den Kupulen von *Quercus sapperi* gehören“. Letztere „sind fein längs gestreift, haben apikal eine leichte Depression mit der Mikropyle auf einem kleinen Spitzchen. Basis der Frucht breit bis gerundet“. Vorkommen in Achldorf bei Vilsbiburg/Niederbayern, Oberstes Miozän (vgl. Gregor: 1982: Taf. 16: 12).

Nach Rezent-Vergleichen mit Arten aus der Sect. *Erythrobalanus* und bedingt auch mit solchen der Sect. *Lepidobalanus* konnte Gregor ebenfalls nachweisen, „daß die zugehörigen Nüsse sehr leicht herausfallen und nur isoliert gefunden werden“.

Dank

Für die sehr großzügige Übersendung und Schenkung des Herbarmaterials von *Taiwania cryptomerioides* Hayata resp. *Taiwania flousiana* Gaussen der Typus-Lokalitäten aus Taiwan, Hupeh und NW Yunnan danke ich besonders Prof. emer. R. A. Howard, Jamaica Plain/USA und Prof. H.

Gaussen, Toulouse. Herrn K. Röhlicke, Berlin, danke ich für die freundliche, leihweise Überlassung der Bernsteinprobe (brack!) mit *Liquidambar europaea* zur Bearbeitung. Für die Photo-Dokumentation und Anfertigung der Zeichnungen danke ich Frau W. Harre und Herrn Mendau, Berlin.

Literatur

- Barthel, M. & Hetzer, H. 1982. Inklusen aus dem Miozän des Bitterfelder Raumes. — Zeitschrift für Angewandte Geologie **28** (7): 314–336.
- Boulter, M. C. 1970. *Cryptomeria* — a significant component of the European Tertiary. — Paläontologische Abhandlungen **3** (3/4): 278–287.
- Caspary, R. & Klebs, R. 1906/1907. Die Flora des Bernsteins und andere fossile Harze des ostpreußischen Tertiärs. — Band I, Abhandlungen der Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt, Neue Folge, **4**: 181 pp. und Atlas mit 30 Tafeln pp.
- Chochieva, K. I. 1975. Chwarbetskii iskolajemych chwoinyi les. — Akademija Nauk Gruzinskoi SSR, Institut Paleobiologii: 184 pp., „Mečniereba“, Tbilisi.
- Czeczott, H.; Skirgiello, A. & Zalewska, Z. 1959. The fossil flora of Turów near Bogatynia II. — Prace Muzeum Ziemi **3**: 65–128.
- Ferguson, D. K. 1967. On the phytogeography of Coniferales in the European Cenozoic. — Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology **3**: 73–110.
- Ettingshausen, C. von 1855. Die eocene Flora des Monte Promina. — Denkschrift Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Wien **8**: 28 pp.
- Florin, R. 1931. Untersuchungen zur Stammesgeschichte der Coniferales und Cordaitales. — Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, ser. 3, **10** (1): 588 pp.
- Fuhrmann, R. & Borsdorf, R. 1986. Die Bernsteinarten des Untermiozäns von Bitterfeld. — Zeitschrift für Angewandte Geologie **32** (1986), (12): 309–316.
- Gardner, J. S. 1883–1886. A monograph of the British Eocene flora. Volume II. Gymnospermae. 158 pp.: The Palaeontographical Society London.
- Gaussen, H. 1939. Une nouvelle espèce de *Taiwania* — *T. flousiana*. — Travaux du Laboratoire forestier de Toulouse, **1** (III), Article II: 9 pp.
- Goeppert, H. R. & Menge, A. 1883. Die Flora des Bernsteins und ihre Beziehung zur Flora der Tertiärformation und der Gegenwart. — Naturforschende Gesellschaft Danzig, **1**.
- Gregor, H.-J. 1982. Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. — Paläokarpologie, Phytostratigraphie, Paläoökologie, Paläoklimatologie. — 278 pp., Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart.
- Hasenknopf, Fuchs, W. & Gothan, W. 1933. Über fossile Harze der Grube Golpa bei Bitterfeld. — Braunkohle, 32. Jahrgang, **19**: 309–315; **20**: 326–329.
- Hayata, B. 1906. On *Taiwania*, a new genus of Coniferae from island of Formosa. — Journal of the Linnean Society, Botany **37**: 330–331.
- Hummel, A. 1883. The pliocene flora from Ruszów near Żary in Lower Silesia, Southwest Poland. — Prace Muzeum Ziemi **36**: 104 pp.
- Jähnichen, H. 1989. Zapfen und Blätter von *Taiwania* Hayata (Taxodiaceae) im Tertiär von Eurasia. — Courier Forschungsinstitut Senckenberg **109**: 241.
- 1990. New records of the conifer *Amentotaxus gladifolia* (Ludwig) Ferguson, Jähnichen & Alvin 1978 from the Polish and Czechoslovakian Tertiary and its recognition in Canada, North America and Europe. — Tertiary Research **12** (2): 69–80.
- Kilpper, K. 1968. Koniferen aus den tertiären Deckschichten des Niederrheinischen Hauptflözes, 3. Taxodiaceae und Cupressaceae. — Palaeontographica **B 124** (4/6): 102–111.
- Klimova, R. S. 1975. Miočenowye chwoiye Rettichowki. In Iskolajemye dal'nego wostoka, Wladiwostok; Akademija Nauk SSSR, Dal'newostočnyi Naučnyi Ščentr: 84–92.
- Kolakovskii, A. A. 1958. Perwoje dopolnenije k Duabskoi pliočenowoi flore. — Trudy Suchumskogo Botanitscheskogo sada **11**: 311–397.
- Kolakovskii, A. A. & Schakryl, A. K. 1970. Osobennosti strojeniya ustičnogo apparata u nowogo wida sekwoi iz sarmata Abchazii. — Trudy Suchumskogo Botanitscheskogo sada **17**: 119–126.
- 1974. Golosemennye iz Sarmata Abchazii. — Trudy Suchumskogo Botanitscheskogo sada **19**: 143–162.
- Krumbiegel, G. & Kosmowska-Ceranowicz, B. 1988. Der Bitterfelder Bernstein — Geschichte, Geologie und Genese. — Vortrag 6th Intern. Meeting on amber and amber-bearing sediments: 34–38, Warszawa.
- Kvaček, Z. & Walther, H. 1990. Neue Ericaceen aus dem Tertiär Europas. — Feddes Repertorium **101** (11/12): 577–589.
- Linné, C. von 1753. Species plantarum exhibentes plantas rite cognitas, ad genera relatas, Tomus I, Holmiae. Uppsala.
- Linné, C. von, fil. 1781. Supplementum plantarum systematis vegetabilium, Uppsala.
- Mai, D. H. 1967. Die Florenzonen, der Florenwechsel und die Vorstellungen über den Klimaablauf im Jungtertiär der Deutschen Demokratischen Republik. — Abhandlungen Zentraler Geologischer Dienst **10**: 55–81.
- 1989. Die fossile Flora des Blättertons von Wischgrund und anderer gleichaltriger Fundstellen der Klettwitzer Hochfläche. — Natur und Landschaft, Bezirk Cottbus NLBC **11**: 3–44.
- Mai, D. H. & Walther, H. 1978. Die Floren der Haselbacher Serie im Weißelster-Becken (Bezirk Leipzig, DDR). — Abhandlungen Staatliches Museum für Mineralogie und Geologie zu Dresden **28**: 200 pp.
- 1985. Die obereozänen Floren des Weißelster-Beckens und seiner Randgebiete. — Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, **33**: 220 pp.
- 1988. Die pliozänen Floren von Thüringen. — Quartärpaläontologie **7**: 55–297.
- 1991. Die oligozänen und untermiozänen Floren NW-Sachsens und des Bitterfelder Raumes. — Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden **38**: 230 pp.
- Palamarev, E. & Petkova, A. 1966. Fossile Floren aus einigen paläogenen Fundstätten in Bulgarien. — Mitteilungen Botanisches Institut Bulgarische Akademie der Wissenschaften **16**: 49–78.
- Pimenov, G. M. 1984. Nowye swedenija o kryptomerii iz Miočena dal'nego wostoka. — Paleontologičeskii Žurnal **1**: 80–85.
- Schlechtendal, H. R. von 1897. Beiträge zur näheren Kenntnis der Braunkohlenflora Deutschlands. — Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Halle **21**: 28 pp.
- Schloemer-Jäger 1958. Alttertiäre Pflanzen aus Flözen der Brögger-Halbinsel Spitzbergens — Palaeontographica **B 104**: 39–103.
- Schneider, W. 1969. *Cuticulae dispersae* aus dem 2. Lausitzer Flöz (Miozän) und ihre fazielle Aussage. — Freiburger Forschungshefte **C 222** — Paläontologie: 75 pp.
- 1974. Über tertiäre Koniferenreste, insbesondere aus der oligozänen Braunkohle von Bitterfeld. — Abhandlungen Staatliches Museum für Mineralogie und Geologie zu Dresden **21**: 121–141.
- 1986. *Cryptomeria* Don (Taxodiaceae) — ein Kohlebildner im mitteleuropäischen Tertiär. — Zeitschrift geologische Wissenschaften Berlin **14** (6): 735–744.
- 1992. Floral successions in miocene swamps and bogs of Central Europe. — Zeitschrift geologische Wissenschaften **20** (5–6): 555–570.

- Schulze-Bognitz 1955. Ausbildung und Genese der „Friedersdorfer Rinne“ des Muldensteinfeldes. Meldearbeit am Institut für Brennstoffgeologie der Bergakademie Freiberg. [unveröffentlicht]
- Süss, M. 1957. Feinstratigraphische Untersuchungen zur Deutung der Flözgenese im Gebiet der Tagebaue Goitsche, Holzweißig, „Freiheit“ I und „Freiheit“ IV des Bitterfelder Reviers. — Freiburger Forschungshefte, C 37 Geologie: 109–182.
- Sweschnikowa, I. N. 1953. Nachodka roda *Cryptomeria* Don w Meotičeskich otloščenijach Gruzii. — Doklady Akademii Nauk SSSR, Nowaja Serija, Paleontologija 92 (2): 417–419.
- 1963. Opređitel sowremennych i iskolajemych predstavitelei Sciadopityaceae i Taxodiaceae po epiderme listjew: 207–229 — Akademija Nauk SSR, Paleobotanika IV, Botaničeskii Institut W. L. Komarova, Trudy, Serija VIII, Isdatelstwo Akademii Nauk SSSR, Moskwa–Leningrad.
- Unger, F. 1847. *Chloris protogaea*, Leipzig 8–10: 93–149.
- Walther, H. 1976. Strukturbietende Blattreste aus dem Tertiär des Weißelster-Beckens. — Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden 25: 65–111.
- Weyland, H. 1957. Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter III. Monocotylen der rheinischen Braunkohle. — Palaeontographica B 103 (1–3): 34–74.