

Geol. Paläont. Westf.	55	109-117 S.	2 Taf.	Münster November 2000
--------------------------	----	------------	--------	--------------------------

Strukturbietend erhaltene Achsen von *Bilignea* aus Kieselschiefern des Unter-Karbons bei Wuppertal (Bergisches Land, Deutschland)

Anatomically preserved specimens of *Bilignea* from Lower Carboniferous radiolarian cherts near Wuppertal (Bergisches Land, Germany)

Andreas Braun & Olaf Gosny*

Zusammenfassung

Aus schwarzen Kieselschiefern des Unter-Karbons (Mittleres bis Oberes Tournaisium) eines temporären Aufschlusses nahe Wuppertal-Aprath (Bergisches Land, Deutschland) werden gut erhaltene Achsenbruchstücke von *Bilignea solida* SCOTT, 1924 (Gymnospermopsida incertae sedis) beschrieben. *Bilignea*, bisher nur aus lakustrinen und vulkanoklastischen Sedimenten des schottischen Ober-Viseums bekannt, wird hiermit erstmals in Sedimenten des "ozeanischen Faziesregimes" sensu SCOTT et al., 1984 nachgewiesen. Der Fund repräsentiert den bislang stratigraphisch ältesten Nachweis der Gattung *Bilignea*.

Abstract

Well preserved specimens of *Bilignea solida* SCOTT, 1924 (Gymnospermopsida incertae sedis) are described from black radiolarian cherts of Lower Carboniferous (Upper Tournaisian) age from a temporary outcrop near Wuppertal-Aprath (Bergisches Land, Germany). *Bilignea*, hitherto only known from Lower Carboniferous lacustrine clastic and volcanoclastic sediments of Scotland is for the first time described here from sediments of the oceanic realm sensu SCOTT et al., 1984. It represents the oldest evidence of this genus up to now.

Einleitung

Die kieseligen und phosphatischen Sedimentgesteine des Europäischen Unterkarbons sind, obgleich häufig als "fossilleer" bezeichnet, seit langem für ihren Gehalt an marinen Mikro- (Radiolarien, Foraminiferen, Conodonten) und Makro-Fossilien bekannt (vgl. die Darstellung in BRAUN, 1994, hier weitere Literatur). Auch Pflanzen, erhalten als Abdrücke, kohlige Filme oder in strukturbietenden Teilen werden verbreitet gefunden (vgl. z. B. die umfassende Darstellung in GALTIER, 1970). Gesteine dieses Typs bilden sogar, obgleich rein marine Bildungen, eine der Hauptquellen pflanzlicher Fossilien dieser Zeit und lieferten einen großen Teil unserer heutigen Kenntnis der Achsen-Anatomie baumartiger und buschiger Pflanzen aus der Zeit der frühen Gymnospermen-Radiation. Da Fortpflanzungsorgane in solchen Gesteinen äußerst selten sind, ist man zur Rekonstruktion der systematischen Zugehörigkeit und Verbindungen allerdings meist auf Kriterien der Anatomie der vegetativen Pflanzenteile angewiesen.

* Anschriften der Verfasser:

PD Dr. Andreas Braun und Dipl.-Geol. Olaf Gosny, Institut für Paläontologie, Nussallee 8, 53115 Bonn

Unter den in solchen Gesteinen gefundenen Pflanzenteilen sind Bruchstücke von Stämmen mit einem verhältnismäßig großen Durchmesser (größer als 10 cm; GALTIER, 1992, bis zu mindestens 20 cm; ROWE, 1994) und mit einem dick und dicht entwickelten Sekundärholz (ROWE, 1994) örtlich recht häufig. In Merkmalen der Sekundärholz-Anatomie erinnern solche Reste an die zu den Progymnospermen gestellte Gattung *Callixylon* (ARNOLD, 1930, BECK, 1960). Da aber oft keine sicheren Aussagen über die zu den verholzten Achsen gehörige Morphologie der Blätter, über den Bau der Fortpflanzungsorgane oder über weitere Details der Achsenanatomie möglich sind, bleibt die systematische Zugehörigkeit solcher Reste meist offen (?Progymnospermen, BECK, 1960; ?Pteridospermen, LONG, 1963, GALTIER & SCOTT, 1990, GALTIER et al. 1993, 1998). Reste, deren Erhaltungszustand eine genauere Bestimmung erlaubt, sind selten (ROWE 1994). Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein Stammstück zu beschreiben, bei dem die Vollständigkeit und gute Qualität der Erhaltung eine genauere Bestimmung erlaubt und vergleichende stratigraphische und pflanzengeographische Aussagen zuläßt.

1. Fundort, Lithologie, Alter

Die Reste wurden in einer Baugrube im nördlichen Teil des Ortes Kirchenfeld, 3 km nördlich von Wuppertal-Vohwinkel gefunden (TK 4708 Wuppertal-Elberfeld, r: 25 74 300, h: 56 81 200). Die Baugrube erschloß für kurze Zeit hauptsächlich schwarze, radiolarienreiche Kieselgesteine ("Lydite") des Unter-Karbons. Gut erhaltene Pflanzenreste waren generell selten, traten aber anscheinend in einem bestimmten Horizont gehäuft auf. Es wurden ausschließlich Reste des dichten Sekundärholz-Anteils der Achsen gefunden; bedingt durch die äußerliche Ähnlichkeit der Pflanzenreste mit dem Fundgestein in Farbe und Struktur waren frische Stammstücke im Aufschluß nur schwer zu finden. Erst eine oberflächliche Verwitterung führt zu einer helleren Färbung des Phosphats der diagenetischen Zellfüllungen, wodurch die Reste dann, äußerlich an verkieselte Hölzer erinnernd, leichter zu entdecken sind.

Die Stücke stammen aus der lithologischen Einheit der "Schwarzen Kieselschiefer". Obwohl keine Radiolarien aus Gesteinen dieses Horizonts gewonnen werden konnten, kann eine stratigraphische Einstufung in das Mittlere bis Obere Tournaisium aufgrund der Stellung der lithologischen Einheit insgesamt vorgenommen werden (vgl. Tabelle und Korrelation in BRAUN & GURSKY ,1991; BRAUN & SCHMIDT-EFFING, 1993). Das Pflanzenmaterial von ROWE (1994), auf das in dieser Arbeit mehrere Male Bezug genommen wird, stammt aus einem lithologisch und stratigraphisch gleichen Horizont der nahegelegenen Lokalität "Autobahnbaustelle Aprath" (Lage 010 in THOMAS, 1994) und hat daher sicher höheres Alter als das im Titel von ROWE (1994) angegebene Ober-Viseum. Da *Bilignea* bislang nur als Haupt-Florenbestandteil vulkanogen/kontinentaler Serien des schottischen Ober-Viseums bekannt geworden ist, ist der gegenwärtige Fund aufgrund seines höheren Alters und seines Vorkommens im "ozeanischen Fazies-Regime" sensu SCOTT et al. ,1994 stratigraphisch und phytogeographisch bedeutsam.

2. Material und Methoden

Für die vorliegende Untersuchung lag ein Exemplar vor, bei dem das Mark der Achse zusammen mit dem Sekundärholz überliefert war. Die meisten der folgenden Beobachtungen basieren auf diesem Stück, das einen Durchmesser von 2,8 cm und eine Länge von 2,5 cm hat. Mehrere isolierte Stücke dichten Sekundärholzes, die zusätzlich aufgesammelt werden konnten, sind maximal 15 mm dick (parallel zu den Tracheiden-Reihen gemessen). Stücke und Schiffe werden am Institut für Paläontologie der Universität Bonn aufbewahrt.

Die Größe der Fragmente erlaubte die Anfertigung transversaler, radialer und tangentialer Schiffe durch alle erhaltenen Achsenregionen. Obwohl gute Dünnschiffe hergestellt werden konnten, erlaubte deren Untersuchung im einfachen Durchlicht keine ausreichenden Aussagen über die Details des Zellwandbaus. Die Mikroskopie im gemischten Auf- und Durchlicht oder im reinen Auflicht-Dunkelfeld (siehe auch GALTIER, 1970: 11) erlaubte es dagegen, die Umrisse der Zellen, primäre und sekundäre Zellwand-Lagen und spätere phosphatische und kieselige Zementgenerationen klar zu erkennen.

Erhaltung

Wie erwähnt wiesen oberflächlich angewitterte Stücke im Gelände starke Ähnlichkeit mit verkieseltem Nadelholz auf. Die Dünnschliff-Befunde belegen den guten Erhaltungszustand der Reste. Ihre geringe Härte während der Anfertigung der Dünnschliffe und die polarisationsoptische Untersuchung der Dünnschliffe selbst zeigten indessen, dass die Stücke nur untergeordneten diagenetischen SiO_2 -Gehalt besitzen und überwiegend intern phosphatisch inkrustiert sind. Die in frischem Zustand schwarzen Stücke werden heller, wenn sie anwittern, wobei bei der Anwitterung die diagenetische (Phosphat-)Füllung der Zellen hell-weißlich wird. Die Tracheiden des Sekundärholzes sind in unterschiedlichem Maße mit Phosphat gefüllt. Der Grad der Phosphatfüllung reicht vom schmalen Saum auf der Innenseite der Zellwände bis zur kompletten Füllung des gesamten Zell-Lumens. In kleinen, unregelmäßig verteilten Bereichen sind die Zellwände von einer dunklen Substanz unbekannter Zusammensetzung (?Kohlenstoff) imprägniert. Diese Erhaltung ermöglicht es, anatomische Details wie Tüpfelung und Bau der Markstrahlen besonders deutlich zu erkennen. Diejenigen Zellen, deren Lumina nicht vollständig durch Phosphat erfüllt sind, werden oft durch schmale, sich verzweigende und überkreuzende phosphatische Fäden durchquert (Schliff Nummer 8385/1; Taf. 1, Fig. 2). Diese Fäden repräsentieren wahrscheinlich phosphatisierte Pilzhyphen (vgl. die Diskussion solcher Strukturen in BRAUN & WILDE, im Druck). Einige Dünnschliffe enthalten eine große Anzahl diagenetischer Dolomit-Kristalle, die auch sonst in der Matrix der radiolarienreichen Kieselgesteine stellenweise häufig vorkommen (CORRENS, 1924). Sie alle wachsen im Lumen der Tracheiden, keiner der Dolomit-Kristalle durchdrang die Zellwände. Einige radiale und tangentiale Schliffe zeigen zudem radialstrahlige rosettenartige Aggregate kleiner farbloser und transparenter Kristalle. Sie durchdringen und zerstören Zellwände und andere anatomische Strukturen. Nach der Morphologie und dem Kristallhabitus könnte es sich um Gips handeln.

Systematik

Gymnospermopsida incertae sedis

Bilignea KIDSTON

Bilignea solida KIDSTON in SCOTT 1923

(Taf. 1, Fig. 1-9, Taf. 2, Fig. 1-8)

B e s c h r e i b u n g: Alle Reste liegen ohne erhaltene Rinde vor, so dass nur die Merkmale des Marks und des Sekundärholzes beschrieben werden können.

Bei den 2,8 cm des gemessenen Durchmessers beträgt die Dicke des Sekundärholzes 1 cm und der Durchmesser des Marks 8 mm.

Sekundärholz und vermutliches Primärxylem:

Die Reihen der Tracheiden des Sekundärholzes sind im Transversalschliff (Schliff Nummer 8385/3; Taf. 2, Fig. 7, 8) 18 bis 22 mm breit, die Tracheiden selbst, in radialer Richtung gemessen, sind 55 bis 72 mm groß. Die Markstrahlen weisen im Tangentialschliff (Schliff Nummer 8385/2; Taf. 2, Fig. 3, 4, 6) nur eine bis maximal zwei Zellreihen auf. Ihre Höhe ist sehr variabel und reicht von 3 bis über 20 Zellen. Radialschliffe (Schliffe Nummer 8386/5, 8385/1) zeigen eine dichte, araucarioide Tüpfelung der Radialwände (Taf. 1, Fig. 1, Taf. 2, Fig. 2, 5). Eine Kreuzungsfeld-Tüpfelung ist nicht erhalten. Alle Leitgefäß-Bündel, die hier als Primärxylem interpretiert werden, befinden sich im Kontakt mit dem Sekundärholz (Taf. 1, Fig. 3, 9), keines ist in den Bereich des Marks eingesenkt.

Mark:

Verglichen mit den kleinen und gleichartigen Tracheiden des Sekundärxylems besitzt das Mark relativ große Zellen mit unregelmäßigeren Ausmaßen (Schliff Nummer 8386/4; Taf. 1, Fig. 5, 7). Insgesamt ist der Erhaltungszustand des Markbereiches gut, wenn auch in kleinen begrenzten Bereichen Zellwände aufgelöst sind (Taf. 1, Fig. 7). Nester sklerotierter Zellen sind weder in Transversal- noch in Longitudinal-Schliff-

fen zu erkennen. Die Markzellen sind isodiametrisch und besitzen verdickte Zellwände mit araucarioider Tüpfelung. In den Tüpfelmerkmalen und der Wanddicke sind sie den Tracheiden des sekundären Xylems gleich (Taf. 1, Fig. 8). Tüpfelung und Verholzung ist an allen Seiten der Markzellen gleichmäßig und nicht auf bestimmte Zellwände beschränkt.

Vergleich und Diskussion: Alle hier untersuchten Pflanzenreste zeigen hinsichtlich ihres Sekundärholzes (dichte Reihen kleiner Tracheiden und schmale, in der Höhe sehr variable Markstrahlen) die gleichen Merkmale. Die Elemente des vermutlichen Primärxylems sind nicht größer als diejenigen des Sekundärholzes. Hinsichtlich dieser Merkmale besitzen die Sekundärholz-Stücke alle Merkmale eines pycnoxylichen Holzes mit "Gymnospermen-Affinität" (sensu GALTIER, 1992), das, häufig im Unter-Karbon, in die Gattungsgruppe *Pitus-Eristophyton-Bilignea-Stanwoodia* eingruppiert werden kann. Da 1) keine Elemente des Primärxylems tief in den Bereich des Marks eingesenkt sind und 2) die Markstrahlen einheitlich schmal verlaufen gehören die Reste eher zu *Eristophyton/Bilignea* als zu *Pitus*. Die Merkmale des Marks (ohne Nester sklerotisierter Zellen, kurze, nahezu isodiametrische Zellen mit dicht getüpfelten Wänden) sprechen für eine Zuordnung zu *Bilignea*. Da wir in unserem Material die großen sekretorischen Elemente nicht beobachten konnten, wie sie nach SCOTT (1924) und GALTIER (1992: 122) für die Art *Bilignea resinosa* SCOTT charakteristisch sind, stellen wir das hier beschriebene Material zu *Bilignea solida* KIDSTON (in SCOTT, 1923), der anderen der beiden bekannten *Bilignea*-Arten, die durch das Fehlen parenchymatischer Elemente im Mark ausgezeichnet ist. Die für die ähnliche Gattung *Stanwoodia* GALTIER & SCOTT, 1991 typischen Parenchym-Lagen zwischen Primär- und Sekundärxylem und zwischen den Mark-Tracheiden sind bei unserem Material nicht vorhanden.

Hinsichtlich der supragenerischen Klassifikation behalten wir mangels neuer Erkenntnisse das bisherige Vorgehen früherer Arbeiten bei und behandeln das Material als *incertae sedis* mit fraglicher Zuordnung zu den Gymnospermen (vgl. die Behandlung in SCOTT, GALTIER & CLAYTON, 1984 sowie die Diskussionen in GALTIER, 1992).

Biologische und geologische Implikationen: Wie in der Beschreibung erwähnt, sind die Zellen des Marks in ihrer Größe und Gestalt von normalen parenchymatischen Zellen nicht unterscheidbar. Hinsichtlich der Entstehung der verholzten Markzellen neigen wir eher der Auffassung von SCOTT (1924) zu, der eine Umwandlung normaler parenchymatischer Markzellen in solche mit verholzten und getüpfelten Wänden für wahrscheinlich hält. Eine alternative Hypothese (in SCOTT, 1924 diskutiert und für *Bilignea* nicht angenommen), leitet demgegenüber die verholzten Mark-Tracheiden von *Bilignea* durch Verkürzung aus normalen prosenchymatischen Tracheiden des Xylems ab. Auch uns erscheint eine solche Ableitung unter Berücksichtigung von Größe, Umriss und Gestalt der Markzellen bei unserem *Bilignea*-Material weniger wahrscheinlich.

Reste von *Bilignea* sind bislang nur aus nichtmarinen und vulkanogenen Sedimenten des höheren Unterkarbons von Schottland bekannt geworden (BATEMAN & ROTHWELL 1990, GALTIER & SCOTT 1990, SCOTT 1924, SCOTT & REX 1987). Die gegenwärtige Arbeit behandelt die ersten gut erhaltenen Reste von *Bilignea* aus marinen ozeanischen Sedimenten (vgl. die zusammenfassende Darstellung in SCOTT, GALTIER & CLAYTON 1984). Nach der Alterszuordnung ist unser *Bilignea*-Material überdies sicher älter als Ober-Visé und somit das älteste bisher bekannt gewordene Vorkommen dieser Gattung. Der gegenwärtige Nachweis belegt zudem, dass *Bilignea* nicht ausschließliches Florenelement kontinentaler vulkanogener Umgebungen des Ober-Viséums war, sondern dass die Gattung phytogeographisch weitere Verbreitung besaß. Da die in den radiolarienreichen Sedimenten phosphatisiert erhaltenen Pflanzenreste nicht nur küstennahe Bestände gebildet haben müssen, sondern fluviatil aus weiter im Inland gelegenen Wuchsorten herantransportiert sein können, ist allerdings nichts genaueres hinsichtlich der Wuchsorte von *Bilignea* feststellbar.

Danksagung

Wir danken Herrn Prof. J. Galtier (Université de Montpellier) für Anregungen, Bemerkungen und Hilfe bei der Literaturbeschaffung sowie drei anonymen Reviewern für hilfreiche Anmerkungen und Hinweise.

Literatur

- ARNOLD, C. A. (1930): The genus *Callixylon* from the Upper Devonian of Central and western New York.- Pap. Michigan Acad. Sci., Arts and letters, **11**: 1-50; Ann Arbor, Mich.
- BATEMAN, R. M. & ROTHWELL, G. W. (1990): A reappraisal of the Dinantian floras at Oxroad Bay, East Lothian, Scotland. I. Floristics and the development of whole plant concepts. - Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sci, **81**: 127-159; Edinburgh.
- BECK, C. B. (1960): The identity of *Archaeopteris* and *Callixylon*. - Brittonia, **12**: 351-368; Baltimore.
- BRAUN, A. (1994): Die Kiesel- und Alaunschiefer des rhenohertzynischen Unterkarbons - Erhaltung und Bedeutung der Fossilien in einer "fossilfreien" Sedimentgesteinsserie. - Archäologie im Ruhrgebiet, **2**: 99-114, 11 Abb., 1 Taf; Gelenkirchen.
- BRAUN, A. & GURKSY, H.-J. (1991): Kieselige Sedimentgesteine des Unter-Karbons im Rhenohertzynikum - eine Bestandsaufnahme. - Geologica et Palaeontologica, **25**: 57-77, 2 Abb., 2 Tab.; Marburg/L.
- BRAUN, A. & SCHMIDT-EFFING, R. (1993): Biozonation, diagenesis and evolution of radiolarians in the Lower Carboniferous of Germany. - Marine Micropaleontology, **21**: 369-383, Amsterdam.
- BRAUN, A. & WILDE, V. (im Druck): *Kalymma* (Calamopityaceae) aus dem Unterkarbon des Kellerwaldes - Erhaltung und Systematik. - Senckenbergiana lethaea.
- CORRENS, C. W. (1924): Beiträge zur Petrographie und Genesis der Lydite (Kieselschiefer). - Mitteilungen der Abteilung für Erz-, Salz-, Gesteinsmikroskopie der preußischen geologischen Landesanstalt, **1**: 18-38, 1 Taf.; Berlin.
- GALTIER, J. (1970): Recherches sur les Vegetaux a structure conservée du Carbonifère inférieur Français. - Paléobiologie Continentale **1** (4): 1-221, 54 Taf.; Montpellier.
- GALTIER, J. (1992): On the earliest arborescent Gymnosperms. - Courier Forschungsinstitut Senckenberg, **147**: 119-125; Frankfurt/M..
- GALTIER, J., BROWN, R. E., SCOTT, A. C., REX, G. M. & ROWE, N. P. (1993): A late Dinantian flora from Weaklaw, East Lothian, Scotland. - Special Papers in Palaeontology, **49**: 57-74, 3 Abb., 3 Taf.; London.
- GALTIER, J., FEIST, R., MEYER-BERTHAUD, B., REX, G. & ROWE, N. (1987): Découverte d'une flore en compression dans le niveau a lydiennes du Tournaisien de la Montagne Noire (Hérault, France). - C. R. Acad. Sci. Paris, **305**:647-651; Paris.
- GALTIER, J., MEYER-BERTHAUD, B. AND ROWE, N. P. (1988): Tournaisian plants from the „Lydienes“ Formation of the Montagne Noire (France). - Courier Forschungsinstitut Senckenberg, **100**: 109-117, 1 Abb., 3 Tab., 2 Taf.; Frankfurt/M..
- GALTIER, J., MEYER-BERTHAUD, B. & BROWN, R. E. (1998): The anatomy and seed plant affinities of *Rhacopteris* and *Spathulopteris* foliage from the Dinantian (lower Carboniferous) of Scotland. - Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences, **81**: 127-159, 6 Abb.; Edinburgh.
- GALTIER, J. AND SCOTT, A. (1990): On *Eristophyton* and other Gymnosperms from the Lower Carboniferous of Castleton Bay, East Lothian, Scotland. - Geobios, **23**: 5-19, 5 Abb., 2 Taf.; Montpellier.
- GALTIER, J. & SCOTT, A. C. (1993): Arborescent gymnosperms from the Viséan of East Kirkton, West Lothian, Scotland. - Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences, **84**: 261-266, 2 Abb.; Edinburgh.
- KIDSTON, R. (1923): Fossil plants of the Carboniferous rocks of Great Britain. - Memoirs of the Geological Survey of Great Britain, **2**: 1-681; London.
- LONG, A. G. (1963): Some specimens of *Lyginorhachis papilio* KIDSTON associated with stem of *Pitys*. - Transactions of the Royal Society of Edinburgh, **65**: 211-224; Edinburgh.
- ROWE, N. (1992): Permineralized Tournaisian plants from Oberrödinghausen in the „Rheinisches Schiefergebirge“, Germany. - Courier Forschungsinstitut Senckenberg, **147**: 127-135; Frankfurt/M.
- ROWE, N. (1994): Upper Visean plant assemblage from the Autobahn section at Aprath, near Wuppertal, Germany. - In: THOMAS, E. (Hrsg.): Oberdevon und Unterkarbon von Aprath im Bergischen Land, pp. 410-427, 4 Taf.; Köln (Sven-v.-Loga Verlag).
- ROWE, N. P. and GALTIER, J. (1989): A Lower Carboniferous Plant Assemblage from la Serre (Montagne Noire, France). Part I.. - Review of Palaeobotany and Palynology, **61**: 239-271, 4 Abb., 4 Taf.; Amsterdam.
- SCOTT, A. C., BROWN, R., GALTIER, J. & MEYER-BERTHAUD, B. (1994): Fossil plants from the Visean of East Kirkton, West Lothian, Scotland. - Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences, **84**: 249-260, 5 Abb.; Edinburgh.
- SCOTT, A. C., GALTIER, J. & CLAYTON, G. (1984): Distribution of anatomically-preserved floras in the Lower Carboniferous in Western Europe. - Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences, **75**: 311-340, 22 Abb., 2 Tab.; Edinburgh.
- SCOTT, A. C. & REX, G. M. (1987): The accumulation and preservation of Dinantian plants from Scotland and its borders. - In: Miller, J., Adams, A. E. & Wright, V. P. (Hrsg.): European Dinantian environments, pp. 329-344, 1 Abb.; Chichester (Wiley & Sons).
- SCOTT, D. H. (1923): Studies of fossil botany Bd. 2 (3. Auflage): 446 S.; London (Black).
- SCOTT, D. H. (1924): Fossil plants of the Calamopitys type from the Carboniferous rocks of Scotland. - Transactions of the Royal Society of Edinburgh, **53**: 569-596; Edinburgh.

Tafel 1

Plate 1

Fig. 1-9: *Bilignea solida* SCOTT 1924, Unter-Karbon (Mittleres bis Oberes Tournaisium, Lydit-Formation); Kirchenfeld bei Wuppertal (Bergisches Land, Deutschland).

Figs. 1-9: *Bilignea solida* SCOTT 1924, Lower Carboniferous (middle to upper Tournaisian, Lydite formation), Kirchenfeld near Wuppertal-Aprath (Bergisches Land, Germany).

Fig. 1: Radialschliff. Tüpfelung und Markstrahlen im dichten Sekundärholz. Schliff 8385/1. Länge des Maßstabsbalkens: 100mm.

Fig. 1: Radial section. Pitting and rays in the dense secondary xylem. Section 8385/1. Length of the scale bar: 100 mm.

Fig. 2: Radialschliff. Elemente des Sekundärholzes mit innen auf der Zellwand liegender Phosphat-Kruste, rhombischen Dolomit-Kristallen und Phosphat-Fäden (?phosphatisierte Pilz-Hyphen), die die Zell-Lumina durchkreuzen. Schliff 8385/1. Länge des Maßstabsbalkens: 30 mm.

Fig. 2: Radial section. Secondary xylem elements displaying phosphate lining of the cell walls, rhombic dolomite crystals and possible phosphatized fungal hyphae crossing the cell lumina. Section 8385/1. Length of the scale bar: 30 mm.

Fig. 3: Radialschliff durch den randlichen Teil des Marks. Isodiametrische Zellen (Mark, rechts) und prosenchymatische Zellen (Xylem, Mitte) in der Übergangszone vom Mark zum Sekundärholz. Schliff 8385/1. Gemischtes Auf- und Durchlicht. Länge des Maßstabsbalkens: 100mm.

Fig. 3: Radial section through the marginal part of the pith. Isodiametric cells (pith, right) and prosenchymatic cells (xylem, middle) in the transition zone from pith to secondary wood. Section 8385/1. Mixed illumination. Length of the scale bar: 100 mm.

Fig. 4: Tangentialschliff. Getüpfelte Tracheiden-Wände des Sekundärholzes. Schliff 8386/2. Länge des Maßstabsbalkens: 30 mm.

Fig. 4: Tangential section. Pitted tracheid walls of the secondary xylem. Section 8386/2. Length of the scale bar: 30 mm.

Fig. 5: Transversalschliff. Mark und innere Teile des Holzteils. Übersicht. Schliff 8386/4. Länge des Maßstabsbalkens: 0,5 cm.

Fig. 5: Transverse section. Pith and internal parts of xylem. Overview. Section 8386/4. Length of the scale bar: 0,5 cm.

Fig. 6, 9: Mark-Holzteil-Übergang in Transversalschliffen

Figs. 6, 9: Pith-xylem transition in transverse sections.

Fig. 6: Mark und Sekundärholz. Beachte die bogenartige Anordnung der Sekundärholz-Tracheiden und die (?)Protoxylem-Zone (Pfeil). Schliff 8386/4. Gemischtes Auf- und Durchlicht.

Fig. 6: Pith and secondary xylem. Note arcuate arrangement of secondary xylem tracheids and probable protoxylem zone (arrow). Section 8386/4. Mixed illumination.

Fig. 9: Schliff 8386/4.

Fig. 9: Section 8386/4.

Länge der Maßstabsbalken in Fig. 6 und 9: 100mm.

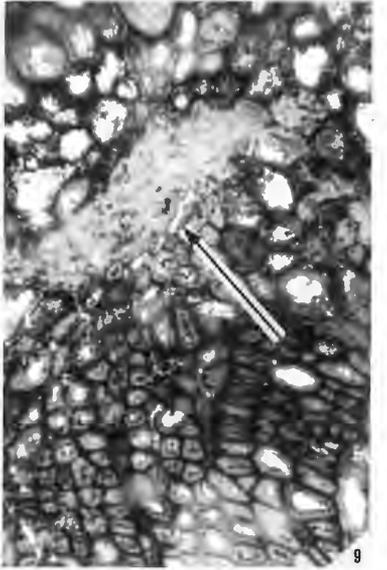
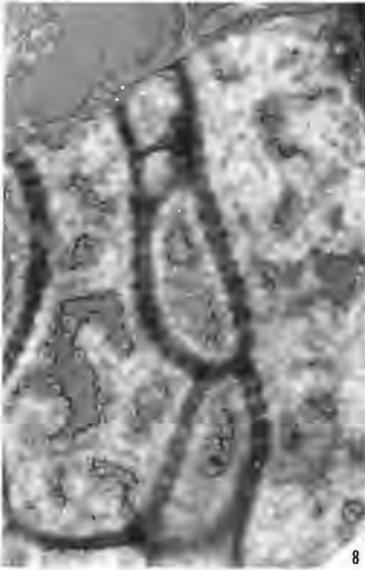
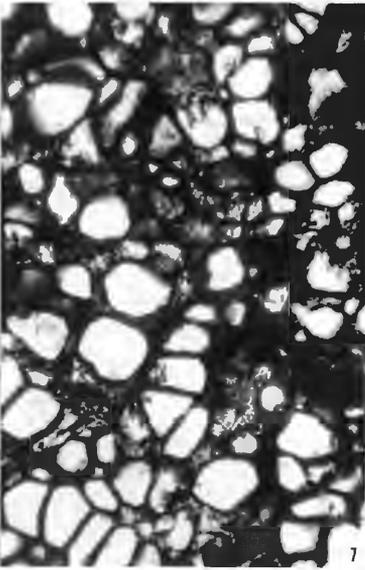
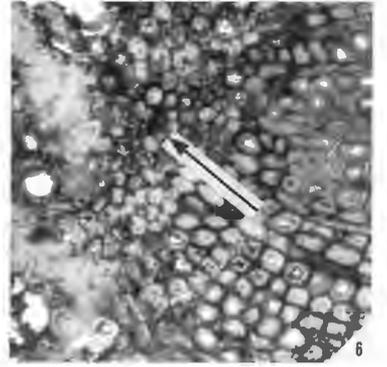
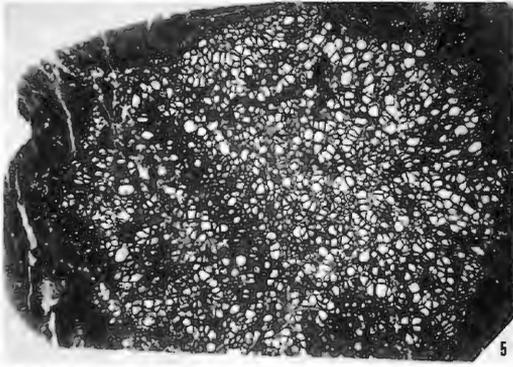
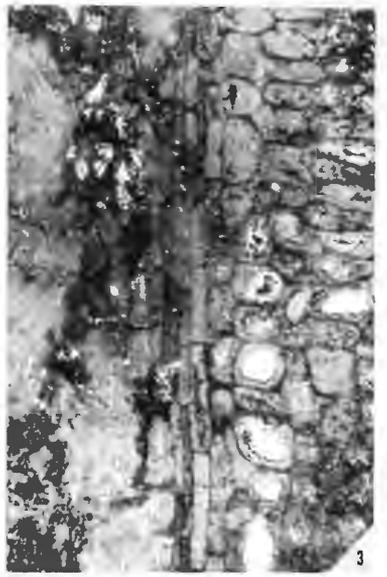
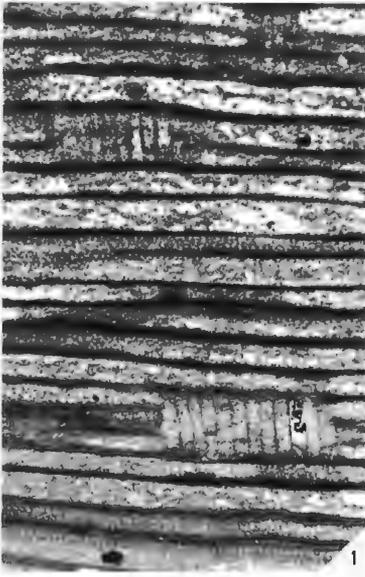
Length of the scale bars in figs. 6, 9: 100 mm.

Fig. 7: Transversalschliff. Markzellen, unregelmäßig in Größe und Gestalt, mit diagenetischer Färbung und Füllung. Schliff 8386/4. Länge des Maßstabsbalkens: 100 mm.

Fig. 7: Transverse section. Pith cells showing irregularity in size and shape as well as diagenetic colouring and infill. Section 8386/4. Length of the scale bar: 100 mm.

Fig. 8: Tangentialschliff. Getüpfelte Wände der Mark-Zellen. Schliff 8386/1. Gemischtes Auf- und Durchlicht. Länge des Maßstabsbalkens: 30 mm.

Fig. 8: Tangential section. Pitted walls of the pith cells. Section 8386/1. Mixed illumination. Length of the scale bar: 30 mm.



Tafel 2

Plate 2

Fig. 1-8: *Bilignea solida* SCOTT 1924, Unter-Karbon (Mittleres bis Oberes Tournaisium, Lydit-Formation); Kirchenfeld bei Wuppertal (Bergisches Land, Deutschland).

Figs. 1-8: *Bilignea solida* SCOTT 1924, Lower Carboniferous (upper Tournaisian, Lydite formation, Kirchenfeld near Wuppertal-Aprath (Bergisches Land, Germany).

Fig. 1: Tangentialschliff. Beachte die dicke phosphatische Umkrustung sowie die Tüpfelung der Tracheiden-Wände des Sekundärholzes. Schliff 8386/2. Länge des Maßstabsbalkens: 30 mm

Fig. 1: Tangential section. Note thick phosphatic encrusting as well as pitting of the tracheidal walls of the secondary xylem. Section 8386/2. Length of the scale bar: 30 mm.

Fig. 2: Radialschliff. Araucarioide Tüpfelung der dicht gepackten Tracheiden des Sekundärholzes. Schliff 8385/1. Länge des Maßstabsbalkens: 30 mm.

Fig. 2: Radial section. Polygonal araucarioid pitting of dense secondary xylem tracheids. Section 8385/1. Length of the scale bar: 30 mm.

Fig. 3, 4, 6: Tangentialschliff-Bilder der Markstrahlen des Sekundärholzes. Schliff 8385/2. Länge der Maßstabsbalken: 30 mm (Fig. 3, 4), 100 mm (Fig. 6)

Figs. 3, 4, 6: Tangential sections of the secondary xylem rays. Section 8385/2. Length of the scale bars: 30 mm (Figs. 3, 4), 100 mm (Fig. 6).

Fig. 5: Radialschliff. Tüpfelung und Markstrahl-Zellen im Sekundärholz. Schliff 8385/1. Länge des Maßstabsbalkens: 100 mm.

Fig. 5: Radial section. Pitting and ray cells in secondary xylem. Section 8385/1. Length of the scale bar: 100 mm.

Fig. 7, 8: Transversalschliffe. Morphologie, Anordnung und diagenetische Füllung der Sekundärholz-Tracheiden. Schliff 8386/3. Länge der Maßstabsbalken: 30 mm (Fig. 7), 100 mm (Fig. 8).

Figs. 7, 8: Transverse sections. Morphology, arrangement and diagenetic infill of secondary xylem tracheids. Section 8386/3. Length of the scale bars: 30 mm (Fig. 7), 100 mm (Fig. 8).

