

Naturmazerierte Pflanzenfossilien in Thüringen und Sachsen

MANFRED BARTHEL, Berlin

Zusammenfassung

Inkohlte fossile Pflanzenreste, bergmännisch aus der Tiefe gewonnen, sehen oft ganz anders aus, als die gleichen Pflanzen im gleichen Gestein von Tagesaufschlüssen oder älteren Halden. Beispiele vom Kammerberger Profil in Manebach (Thüringer Wald) und Zwickau (Erzgebirge-Becken) zeigen, wie nützlich oberflächennahe, naturmazerierte Pflanzenfossilien für Wissenschaft und Bildung sein können. Weitere Ursachen für eine sekundäre Braunfärbung hochinkohlter organischer Substanzen können mineralische Lösungen sein. Dies ist bei einigen Pflanzenresten aus Tiefbauen des Döhlener Beckens anzunehmen.

Abstract

There are different reasons which cause the transition from black plant compressions to brownish, naturally macerated fossils. Some examples from the Lower Permian of the Thuringia Forest and Döhlenbasin and from the Erzgebirge-basin (Westphalian D) demonstrate the most likely possibilities:

- Wet air oxydation of coal seams and clastic rocks under atmospheric conditions in natural outcrops
- Wet air oxydation of compressions, formerly extracted by deep-mining, for years in open spoil heaps
- Transition to brownish compressions in deep horizons, resulting from mineral solutions

Viele fossile Pflanzenreste im Thüringer Wald erscheinen auf dem Gesteinsgrund grau in grau oder – in Schichten zusammen mit Steinkohlenflözchen – schwarz auf grau. Dies hat natürliche, meist geologische Ursachen und stört nur wenig bei der wissenschaftlichen Bearbeitung. Anders ist die Situation in der Bildungsarbeit der Museen: Hier macht es oft viel Mühe, diese optisch wenig attraktiven Fossilien so auszustellen und auszuleuchten, daß die Museumsbe-

sucher an der Vitrine interessiert stehen bleiben. Auch als Abbildungsvorlagen für Artikel und Sachbücher sind kohlige Pflanzenfossilien fotografisch meist sehr heikel. Es gibt schlimme Beispiele von Illustrationen, auf denen der Leser fast nichts von den Merkmalen der fossilen Pflanze erkennt. Es ist daher der Ehrgeiz von Paläobotanikern, geeignete Pflanzenreste präparativ zu verändern und auch fotografisch alternativ abzubilden, um das monotone Grau in Grau wenigstens für Bildungsaufgaben zu durchbrechen. Manchmal hilft auch die Natur dabei.

Die Mazeration in der Paläobotanik ist eine Präparationsmethode im Labor. Der wichtigste Arbeitsschritt ist dabei die Oxidation der kohligen Pflanzensubstanz durch ein Gemisch von Salpetersäure mit Kaliumchlorat. Auch andere starke Oxidationsmittel sind im Gebrauch. Im Ergebnis färbt sich die schwarze Substanz des Fossils braun. Übertragen auf erdgeschichtliche Prozesse ist das eine Rückformung der Stein- zu Braunkohle. Man kann die Mazeration an beliebiger Stelle unterbrechen und nach Entfernen der Säure und verschiedener Reaktionsprodukte aus den Pflanzenresten sehr instruktive Durchlicht-Präparate unter Glas herstellen. Diese zeigen meist die Nervatur in großer Klarheit und oft auch Drüsen, Milchsaft- und Harzgefäße sowie andere subepidermale Bildungen. Von den Epidermisstrukturen sind meist schon große Haare sichtbar. Meisterhaft haben dies KRINGS (1997), KRINGS & KERP (1997 und weitere Arbeiten) mit Farnsamer-Wedeln aus dem Stephanium französischer Steinkohlenbecken demonstriert. Leider ist dieses Verfahren bei den meisten Fundschichten im Thüringer Wald (außer Crock) nicht anwendbar, weil die Umwandlung der Kohle (Inkohlung) zu weit fortgeschritten ist und der Pflanzenrest in zahllose winzige Partikel zerfällt, wenn man versucht, ihn von der Gesteinsunterlage zu trennen. Selbst besonders gut erhaltene Blättchen aus Manebach, auf Lackfilm fixiert und nach Angabe von W. GOTHAN sorgfältig mazeriert, enttäuschten den Freizeitforscher O. GIMM (BARTHEL 2003).

Aus anderen Steinkohlenbecken kennen wir seit langem bräunliche Pflanzenreste an natürlichen Ausstrichen von Fundschichten. Ein klassisches Beispiel sind die flözführenden Schichten des Westphal D im Tal der Zwickauer Mulde. Besonders aus der oberen Flözgruppe der Zwickau-Formation wurden Anfang des 19. Jh. prachtvolle Farn- und Farnsamerwedel in braunen Farbtönen mit markanter Nervatur auf hellgrauen Schluffsteinen geborgen und in der frühen paläobotanischen Literatur abgebildet. Auch Farn-Sori sind bei diesen Erhaltungen sehr klar zu erkennen (Abb.1). Betrachtet man heute die Originale von GUTBIER (1835) und GÖPPERT (1841) im Museum für Mineralogie und Geologie Dresden, so bedauert man ein wenig, daß deren bedeutende Publikationen nicht durch farbige Kupferstiche illustriert wurden. Denn in anderen älteren Darstellungen, wie in STERNBERGS kostbar illustriertem Versuch einer „*Geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt*“ (1820-38) kann schon der Leser leicht erkennen, welche Pflanzenfossilien naturmazeriert sind. Die Ursache für die Braunfärbung der Pflanzenreste ist in Zwickau der postpleistozäne Taleinschnitt der Mulde. Dadurch waren am Ausstrich der Flöze und ihrer Zwischenmittel die dünnen, ständig bergrfeuchten Kohlefilme der Pflanzenfossilien lange Zeit dem atmosphärischen Sauerstoff ausgesetzt, und es kam zu einer langsamen Oxidation. Das Ergebnis beeindruckte schon GUTBIER (1834): „*Das Pflanzenhäutchen ist dann lichtbraun, durchscheinend, höchst zart, lässt sich leicht mit dem Messer abheben und flattert beim Zerschla-*

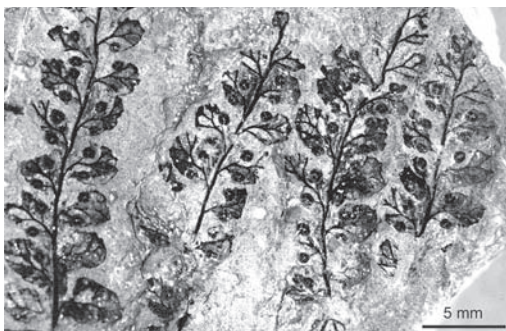


Abb. 1: *Oliogocarpia gutbieri* Göppert, naturmazerierter Farn, Sori und Sporangien sind schon im Auflicht sichtbar. Zwickau-Fm. (Erzgebirge Becken, Westphal D). Slg Böhme/Gutbier, MMG Dresden. Teil des Typus von 1841, mehrfaches Original. AUS BARTHEL in PRESCHER (1987).

gen des Gesteins in der Luft ...“ Mit dem Auflicht-Dunkelfeld-Mikroskop kann man in einigen Fällen Spaltöffnungsapparate und andere Zellstrukturen auf den Oberflächen solch brauner „Pflanzenhäutchen“ erkennen, auch wenn sie noch auf dem Gestein sitzen – also ganz ohne Präparation! SCHÖNFELD & STORCH (1979) haben dies bei *Sphenophyllum*-Blättchen aus Zwickau demonstriert. Auch aus anderen Steinkohlen-Becken gibt es Beispiele für solche Verwitterungsprozesse an Flözausstrichen. Wissenschaftlich besonders ergiebig waren bisher die „Paper Coals and Shales“ von Indiana, USA (DIMICHELE et alii 1984, KERP & BARTHEL 1993). Hier sind nicht nur vereinzelte Compressions, sondern ganze Straten eines Flözes naturmazeriert und zu „Papierkohle“ umgewandelt worden. Solche reine Kutikulen-Packungen sind ein wertvolles Untersuchungsmaterial für die Chemotaxonomie und andere Disziplinen (ZODROW & MASTALERZ 2003).

Aber nicht überall ist Naturmazeration eine Verwitterung kohligter Substanzen unter atmosphärischen Bedingungen – auch mineralische (? karbonatische) Lösungen in Gesteinen können wahrscheinlich ähnliche Erscheinungen bewirken. Derart braungefärbte Pflanzenreste sind mir aus einigen weißen Tuffiten des Döhlen-Beckens seit 50 Jahren wohl vertraut. Mehrere Fundschichten der Döhlen-Fm. enthalten solche farblich attraktive Fossilien mit markant hervortretender Nervatur (Abb. 2). Auffällig sind dabei horizontale Farb-Wechsel der Fossilien innerhalb der Fundschichten und ein Spaltverhalten der Compressions, das eigentlich für höher inkohlte Steinkohlen-Stadien typisch ist: organische Substanz auf beiden Seiten der Spaltfläche. Taphonomisch näher untersucht sind diese Erscheinungen des „Sächsischen Blumengebirges“ aber noch nicht. Neben den vielfältigen Einflüssen des Vulkanismus muß hier auch die wechselnde Radioaktivität einkalkuliert werden.

Auch im Thüringer Wald gibt es Naturmazerate. Sie sind hier wegen des höheren Inkohlungsgrades weniger spektakulär-- im Winde kann hier nichts flattern, denn die umhüllenden Kutikulen sind zerfallen (BARTHEL 2005). Aber optisch attraktiv sind die Funde auch, besonders wenn sie auf hellem Gesteinsuntergrund erhalten sind. Im Gelände habe ich sie 1971 zum ersten Mal gesehen. Das war am



Abb. 2: *Oligocarpia leptophylla* (Bunbury) Grauvogel-Stamm & Doubinger, sterile Fieder. Döhlen-Fm., Tuffit über 3. Flöz, Rotliegendes. Slg. H. Hertl, Freital.



Abb. 3: *Dicksonites pluckenettii* (Schlotheim ex Brongniart) Sterzel, Fiederspitzen. Manebach-Fm. (Thüringer Wald), Straßenprofil Kammerberg, Schicht 35/36, Rotliegendes. Slg. Naturkundemuseum Erfurt

östlichen Talhang der Ilm, dort wo die flözführenden Schichten der Manebach-Formation durch die Fernstraße Nr. 4 südlich vom Ortsteil Kammerberg angeschnitten waren. Sammler hatten in wilden Schürfen eine Gesteinsschicht freigelegt, die später durch LÜTZNERS Profilaufnahmen (1987, 2001) die Bezeichnung 35/36 erhielt. 1978 bis 1980 konnte ich hier mit B. LUGERTS Hilfe den Fossilinhalt systematisch bergen und taphonomische Besonderheiten beobachten. In meinen floristischen Publikationen nehmen die Funde aus der Schicht 35/36 seitdem einen großen Raum ein. Die Schicht besteht aus einer ca. 2 m mächtigen Bank eines hellen Feinsand-bis Grobsiltsteines mit Mikroschrägschichtung und enthält im basalen Teil einen reichen Pflanzenhorizont. Darin dominieren die Organe zweier Calamitenarten (*Calamites multiramis* und *C. undulatus*) und die Wedel eines Psaroniales-Baumfarnes (*Scolecopteris cyathea*). Auch drei weitere *Scolecopteris*-Arten kommen vor, ferner die Fiedern kletternder Farnsamer (*Dicksonites pluckenettii*) und die vielfach gefiederten Wedel eines botanisch nicht bekannten Farngewächses (*Sphenopteris mathettii*). Im oberen Teil der Fundschicht findet man die zierlich beblätterten Sprosse und Sporenähren der Keilblattgewächse *Sphenophyllum angustifolium* und (viel seltener) *Sphenophyllum thonii*. Alle Pflanzenreste aus dieser Schicht sind durch den Kontrast ihrer dunkelbraunen Farbe mit dem hellen grau-gelblichen Gestein optisch sehr attraktive Sammelobjekte und für Ausstellungen sehr geeignet (Abb. 3). Ihr brauner kohligler Belag sitzt auf beiden Seiten der Spaltfläche – dies ist die Regel bei höher inkohlten Compressions und im Thüringer Wald (außer Crock) der Normalfall (BARTHEL 2005). Sie sind auch wissenschaftlich wertvoll, weil ihre Organe (besonders bei den Calamiten) manchmal noch zusammenhängen und oft räumlich erhalten sind. Für die Untersuchung feiner Strukturen sind sie weniger geeignet – die Matrix ist nicht fein genug. Sedimentologisch deutet LÜTZNER (2001) das Gestein als rasche Ablagerung überlaufenden Hochwassers an der Außenflanke eines Flußbett-dammes, basal mit der Einbettung der ufernahen Vegetation.

Es ist merkwürdig, daß diese markante Fundschicht in älteren Sammlungen, selbst in der überragenden

Slg. MAHR, nicht zu finden ist. Erst GIMM konnte sie seit den 1920er Jahren. Das kann an fehlenden bergmännischen Auffahrungen in der Schicht liegen; diese kann aber auch, wie viele andere pflanzenführende Schichten in Kammerberg, auf sehr kurze Distanzen auskeilen oder ihren taphonomischen Charakter verändern (GOTHAN & GIMM 1930). Neben der Schicht 35/36 gibt es auch aus anderen Horizonten des Kammerberger Profils wertvolle Funde in naturmazerierter, bräunlicher Erhaltung. Abbildung 4, aus der Schicht 13 stammend, überzeugt meine Leser sicherlich, und eine seit 1980 schon mehrfach abgebildete prachtvolle *Calamostachys tuberculata* hat der frühere Bergmann und treue Helfer A. POPPEL aus der tonig-siltigen Schicht 40 geborgen. Auch diese Calamitenähre ist naturmazeriert (Abb. 31 in Teil 2 der „Flora“).

1945 bis 1949 versuchte man noch einmal, den Steinkohlenbergbau in Manebach wiederzubeleben (MEINHOLD 1980). Am Kammerberger Profil wurde ein „A-Stollen“ im Oberflöz aufgeföhren, dessen Abraum auf einer langgestreckten Bergehalde unterhalb des Rollgrabenweges verkippt wurde (LUGERT 2005, Bild 2). Der erfahrene Sammler O. GIMM, der als Lehrer in diesen Jahren arbeitslos geworden war, nutzte die Chance und barg aus dem bergfrischen, horizontierten Haldenmaterial große Wedelteile von *Remia pinnatifida*, *Odontopteris schlotheimii*, *Dicksonites pluckenettii* und anderen Pteridospermen. Diese Pflanzenführung des Oberflözes ist in der Manebach-Formation einmalig und als Vegetation bis heute nicht sicher interpretiert. Das Gestein ist tonig-siltig, schon früher als „höchstfeinkörnig“ bekannt und für wissenschaftliche Beobachtungen im Lupenformat sehr geschätzt. So entstand eine der wertvollsten und schönsten Spezialsammlungen des Thüringer Waldes, sorgfältig beschriftet als „Manebach, Oberflöz 1948“ und mit Bestimmungsnotizen auflackiert oder eingeritzt gesichert (BARTHEL 2003, Abb. 2). Das Besondere an dieser Sammeltätigkeit GIMMS war eine Wiederholung einer Situation nach dem I. Weltkrieg: Auch damals, 1922-1924, versuchte man, den Bergbau wieder aufzunehmen, hatte in der Langguthzeche, ebenfalls im Niveau des Oberflözes, eine fossilreiche Schicht mit den gleichen Arten aufgeföhren, und ein ebenfalls arbeitsloser Sammler (F. KELLNER) sorgte



Abb. 4: *Dicksonites pluckenettii* (Schlotheim ex Brongniart) Sterzel, Fieder vorletzter Ordnung. Manebach-Fm. (Thüringer Wald), Straßenprofil Kammerberg, Schicht 13. Slg. Barthel 1980, Mus. f. Naturkunde Berlin

für deren Bergung (GOTHAN 1943). GIMM war auch schon dabei. KELLNERS Sammlung teilweise und GIMMS Slg. vollständig sind jetzt im Museum für Naturkunde Berlin vereint und für die Manebach-Formation die wichtigste Grundlage der „Rotliegende flora des Thüringer Waldes“. Leider konnten

wir diese Fundschicht nach 1990 im Kammerberger Profil nicht in gleicher Ausbildung wiederfinden. Obwohl alle genannten Pflanzen in der seltenen Vergesellschaftung des Oberflözes durch Grabungen des Naturhistorischen Museums Schleusingen im Bereich der Schichten 16-18 nachgewiesen wurden (WERNEBURG 1993), sind deren einzelne Horizonte mit der untertage 1946-48 abgebauten Fundschicht nicht völlig identisch.

Was hat diese lange Vorgeschichte mit Naturmazeraten zu tun? Ganz einfach: Wir können das 1948 bergfrisch gesammelte Material aus dem Kammerberger Oberflöz mit heutigen Funden gleicher Pflanzen aus dem gleichen Horizont vergleichen – aber diese haben nun 60 Jahre auf der Nordseite des kühlfeuchten Ilmtales in der Halde gelegen! Das Ergebnis ist eindeutig: fast überall ist die ursprünglich tiefschwarze und dicke kohlige Substanz der Pflanzenreste stark umgewandelt, meist zu einem dünnen braunen Belag (Abb. 5). Oft ist die Substanz der Lamina ganz verschwunden und nur die Nervatur der Fiederchen ist mit großer Klarheit erhalten (Abb. 6). Solche naturmazerierten Wedelreste sind hervorragende Originale für fotografische Abbildun-

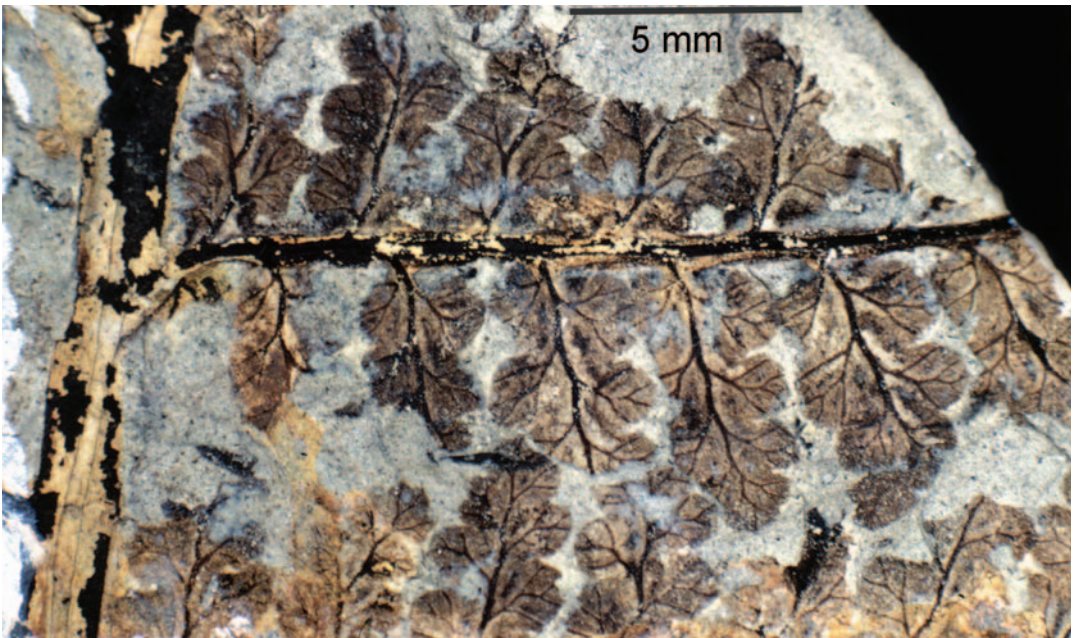


Abb. 5: *Pecopteris bredovii* Gernar, Fieder drittletzter Ordnung. Manebach-Fm., Oberflöz, naturmazeriert auf der Halde am Rollgraben (1945-1948). Slg. Amelang, 1996, R 14, Naturhistorisches Museum Schleusingen



Abb. 6: *Pecopteris bredovii* Germar, die organische Substanz ist nur noch in der Nervatur und den Fieder-Achsen erhalten. Manebach-Fm., Oberflöz, stark naturmazeriert auf der Halde am Rollgraben (1945-1948). Slg. Amelang 1995, R 7, Naturhist. Mus. Schleusingen

gen, denn die Blattnerven erscheinen nun vielfach deutlicher als beim schwarzkohligem Ausgangsmaterial. Hinzu kommt eine farbliche Umwandlung des dunklen tonig-siltigen Gesteins durch Ausbleichung und Niederschlag mineralischer, vielfarbiger eisenhydroxidischer Lösungen auf den Schichtflächen. Wie stark die Veränderungen der Fossilien und ihrer Matrix sind, erkennt man am besten auf Vergleichsfotos, die schon bei normalem Licht und trockenen Oberflächen Erstaunliches zeigen. Benetzt man aber die Oberfläche mit einer klaren Flüssigkeit (ich bevorzuge Glycerin) und beleuchtet das Objekt mit polarisiertem Licht unter gekreuzten Filtern, so erkennt man seine eigenen Fossilien fast nicht wieder (BARTHEL 1996). Aber nicht alle Pflanzenreste auf der gleichen Schichtfläche sind im gleichen Maße durch Naturmazeration verändert: die Fiedern von *Dicksonites pluckenettii* und *Pecopteris bredovii*

viel stärker als die der *Odontopteris schlotheimii* (solche Unterschiede kennen wir auch bei der Labor-Mazeration). Natürlich sind die heutigen Haldenfunde sehr kleinstückig und zerbrechlich. Große Wedelreste in Ausstellungsqualität gibt es nicht mehr. Der Sammler A. AMELANG (Stützerbach), dem wir dieses wertvolle naturmazerierte Material (jetzt im Naturhist. Museum Schleusingen) verdanken, wurde oft belächelt, wenn er in jahrelanger Sammlerarbeit die alte Halde am Rollgraben hartnäckig bis zum Grund abgrub und sorgfältig auch auf kleinste Reste achtete. Er hat recht getan!

Wer die bisher erschienenen vier Teile der *Rotliegendenflora des Thüringer Waldes* (BARTHEL 2003-2006) und andere farbig illustrierte Schriften über Manebacher Pflanzenfunde durchblättert, wird viele Abbildungen finden, die keineswegs grau in grau sind. Neben den roten Haldenbrandgesteinen (BARTHEL & RÖSSLER 1998) zeigen die naturmazerierten Compressions verschiedener Fundschichten überraschend viel Farbe. Manchmal wird dieser Eindruck durch fotografische Methoden noch verstärkt, aber keines der Originale habe ich im Labor chemisch präpariert – alles ist natürliche Schönheit, betrachtet im rechten Licht.

Übrigens: Schon 1856 wurden in Thüringen naturmazerierte Pflanzen wissenschaftlich untersucht. J. G. BORNEMANN musste die aus oberflächennahen Tonen des Lettenkohlenkeupers bei Mühlhausen ausgeschlammten Blattfetzen nur etwas reinigen – und schon konnte er unter dem Mikroskop die Zellstrukturen ihrer Epidermen erkennen. Diese Arbeit war gleichzeitig Startpunkt der Kutikularanalyse von dispersen Blattresten in der Paläobotanik, *Bulk-Mazerieren* genannt (BARTHEL 1998).

Dank

für kritische Durchsicht des Manuskriptes an die Herren Dr. M. Krings, Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und Geologie München und Dr. R. Rößler, Museum für Naturkunde Chemnitz.

Literatur

- BARTHEL, M. (1987): Der Farn *Oligocarpia guthieri* GÖPPERT aus der Steinkohle von Zwickau. In: PRESCHER, H. (Hrsg.) Zeugnisse der Erdgeschichte Sachsens: 112. - Verlag f. Grundstoffindustrie, Leipzig.
- (1996): Pflanzenfossilien im rechten Licht.- Veröff. Museum für Naturkunde Chemnitz, **19**: 49-62, Chemnitz.
- (1998): Johann Georg Bornemann und die mikropaläontologische Methode bulk maceration. - Veröff. Naturkundemuseum Erfurt **17**: 197-204.
- (2003-2006): Die Rotliegendflora des Thüringer Waldes. Teil 1-4. - Veröff. Naturhist. Museum Schleusingen **18-21**, Schleusingen.
- (2003): Otto GIMM und die Rotliegendpflanzen des Thüringer Waldes.- Veröff. Naturkundemuseum Erfurt **22**: 5-12.
- (2005): Gibt es einen Farn *Scoleopteris arborescens*? - Veröff. Naturkundemuseum Erfurt **24**: 3-11.
- BARTHEL, M. & R. RÖSSLER (1998): Brennende Berge - Flöz- und Haldenbrand-Gesteine als Matrix fossiler Pflanzen-Abdrücke und als Objekte der Wissenschaftsgeschichte. - Veröff. Museum für Naturkunde Chemnitz **21**: 53 - 62.
- DiMICHELE, W.A., RISCHBIETER, M.O., EGGERT, D.L. & R.A. GASTALDO (1984). Stem and leaf cuticle of *Karinopteris*: source of cuticles from the Indiana "Paper" Coal. - Amer. J. Bot. **71**: 626-637.
- GÖPPERT, H. R. (1841): Die Gattungen der fossilen Pflanzen, verglichen mit denen der Jetztwelt und durch Abbildungen erläutert. - Bonn
- GOTHAN, W. (1943): Das Thüringer Rotliegende und die Paläobotanik.- Beiträge zur Geologie von Thüringen. - **7** (4/5): 227-233, Berlin.
- GOTHAN, W. & GIMM, O. (1930): Neuere Beobachtungen und Betrachtungen über die Flora des Rotliegenden von Thüringen. - Arb. Inst. Paläobot. Petrogr.Brennst., **2**, (1): 39-74, Berlin.
- GUTBIER, A. v. (1834): Geognostische Beschreibung des Zwickauer Schwarzkohlengebirges und seiner Umgebungen. - Richtersche Buchhandlung, Zwickau.
- GUTBIER, A. v. (1835): Abdrücke und Versteinerungen des Zwickauer Steinkohlengebirges und seiner Umgebung. - Richtersche Buchhandlung, Zwickau.
- KERP, H. & M. BARTHEL (1993): Problems of cuticular analysis of pteridosperms. - Rev. Palaeobot. Palynol **78**: 1-18, Amsterdam.
- KRINGS, M. (1997): Möglichkeiten und Grenzen der Kutikularanalyse – das Beispiel der Samenfarne aus dem Stefan (Oberkarbon) von Blanzky-Montceau (Zentralmassiv, Frankreich). - Veröff. Mus. Naturkunde Chemnitz **20**: 57-70, Chemnitz.
- KRINGS, M. & H. KERP (1997): An improved method for obtaining large pteridosperm cuticles. - Rev. Palaeobot. Palynol. **96**: 453-456, Amsterdam.
- LUGERT, B. (2005): Kurze Bemerkungen zum Steinkohlenbergbau von Manebach und Kammerberg (Thüringer Wald). - Beitr. Geol. Thüringen, N.F. **12**: 159-166, Jena
- LÜTZNER, H. (1987): Sedimentary and Volcanic Rotliegendes of the Saale Depression (Symposium on Rotliegendes in Central Europe, Erfurt 1987). - Excursion Guidebook. Acad. Sci. G.D.R., Central Inst. Physic Earth, Potsdam.
- LÜTZNER, H. (2001): Sedimentologie der Manebach-Formation in den fossilführenden Aufschlüssen bei Manebach. - Beitr. Geol.Thüringen, N. F. **8**: 67-91, Jena.
- MEINHOLD, R. (1980): Steinkohlenbergbau in Thüringen 1946-1949. - Z. geol. Wiss. **8** (10): 1321-1331, Berlin.
- SCHÖNFELD, C. & D. STORCH (1979): Einsatz des Auflichtmikroskopes Vertival in der paläobotanischen Arbeit. - Jenaer Rundschau **24**: 242-245.
- WERNEBURG, R. (1993): *Eryops* in the Thuringian Forest? – In HEIDTKE, U (Hrsg.): New Research on Permo-Carboniferous fauna. - Pollichia-Buch, **29**: 171-176, Bad Dürkheim.
- ZODROW E.L. & MASTALERZ M. (2001): Chemotaxonomy for naturally macerated tree-fern cuticles (Medullosales and Marattiales), Carboniferous Sydney and Mabou Sub-Basins, Nova Scotia, Canada. - International Journal of Coal Geology **47**: 255-275.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Manfred Barthel
Michaelkirchstraße 26
10179 Berlin
email: barthelopteris@t-online.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Naturkundemuseums Erfurt \(in Folge VERNATE\)](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Barthel Manfred

Artikel/Article: [Naturmazerierte Pflanzenfossilien in Thüringen und Sachsen 39-45](#)