

Gibt es einen Farn *Scolecopteris arborescens*?

MANFRED BARTHEL, Berlin

Zusammenfassung

In der Rotliegendflora Thüringens ist die Bestimmung einzelner Farn-Arten der Gattung *Scolecopteris* ZENKER (steril zur Formgattung *Pecopteris* BRONGNIART) eine schwierige Aufgabe. Die Ursachen liegen in der Armut von spezifischen Merkmalen und deren Erhaltung. Am Beispiel von *Sc. arborescens* aus der Typus-Lokalität Manebach wird gezeigt, dass die Sichtbarkeit der Nervatur und der Fiederchen-Form stark von xeromorphen Besonderheiten dieser Farne beeinträchtigt wird. Hinzu kommen geologisch bedingte Eigenschaften stark inkohlter Kompressionen, die eine direkte Beobachtung der Fiederchen-Oberflächen verhindern. Eine Bestimmung des Farns ist dennoch möglich – aber nur bei sehr guter Erhaltung mehrerer Merkmale.

Vor 50 Jahren, als Student wäre mir diese Frage absurd erschienen. Denn an vielen wissenschaftlichen Orten sah ich fossile Farnfiedern aus dem Stephan und Rotliegenden, die mit diesem Namen (meist unter der Formgattung *Pecopteris*) bezeichnet wurden: ausgestellt in Museen, etikettiert in Lehrsammlungen der Institute, abgebildet in Lehr- und Sachbüchern berühmter Autoren. Frei von Zweifeln lernte ich also: Sehr kleine, breit ansitzende Fiederchen mit einfacher Fiedernervatur in großen, dreifach katadrom gefiederten Wedeln – das ist *Pecopteris arborescens*, aus der Manebach-Fm. erstmalig 1804 vom großen SCHLOTHEIM abgebildet und beschrieben und 1820 von diesem als *Filicites arborescens* wissenschaftlich benannt. Schon auf WALCHS prachtvollen Kupfertafeln von 1768-1773 könne man die Art sicher erkennen. Nach einigen Jahren Berufserfahrung merkte ich aber, dass man mit dieser einfachen Charakteristik wohl einzelne, besonders gut erhaltene Fiedern aus einer Sammlung auswählen und bestimmen kann – aber wenn man Instituten und Sammlern helfen wollte, ganze Suiten zu etikettieren,

dann blieb selbst bei guter Erhaltung vieles unbestimmt. Es häuften sich dubiose Funde und schließlich ging es mir wie einigen anderen Paläobotanikern: ich begann daran zu zweifeln, ob *P. arborescens* sicher von anderen (ähnlichen) Arten abzugrenzen ist. Zugleich musste ich mich nomenklatorisch für oder gegen die Benennung von *Scolecopteris* in Kompression-Erhaltung entscheiden. Und schließlich war die delikate Frage nach der Nervatur in der Typuslokalität Manebach zu beantworten, denn SCHLOTHEIM (1804) hatte nur mitgeteilt: „*Pinnulae...nervo distinctae*“. Erst eine systematische Bearbeitung aller *Pecopteris*-Arten aus Manebach (BARTHEL 1980 a, 1980 b) gab mir Gewissheit: Die meisten *Pecopteris*-Arten haben fertile Organe wie die strukturerhaltenen *Scolecopteris*-Arten – STUR (1883) hatte recht. *Sc. arborescens* und *Sc. cyathea* sind eigene Taxa und auch *P. potonie* ist eine wohl begründete Art, aber wir kennen ihre fertilen Fiedern noch nicht sicher. Dieses Ergebnis konnte durch die floristische Bearbeitung des gesamten Thüringer Waldes bestätigt und präzisiert werden (BARTHEL 2005).

Bei dieser Arbeit, die erneut mit der Durchsicht des sehr großen thüringischen Fundmaterials verbunden war, habe ich auch die Ursachen gesucht, die zu den Schwierigkeiten führen, *Sc. arborescens* zu erkennen und von ähnlichen Arten zu unterscheiden. Die folgenden Beobachtungen und Überlegungen sind Ergebnisse dieser Suche. Illustriert können sie aber hier nicht im vollen Umfang werden – ich bitte daher, auch die Abbildungen der „Flora“ (BARTHEL 2005) mit zu nutzen.

Eine dicke Blattsubstanz der Lamina erschwert das Erkennen der Nervatur: Die Mehrzahl der heutigen Farne sind feuchtigkeitsliebend und haben eine relativ dünne und glatte Lamina. Es gibt jedoch auch Xerophyten mit einer dickfleischigen Fiederchen-Spreite, oft noch zusätzlich behaart. Man vergleiche einmal

Adiantum-Arten mit Cheilanthes marantae und achte dabei auf die Sichtbarkeit der Nervatur. Es gibt auch viele Übergänge, modifiziert durch die Konsistenz der Lamina und die Beschaffenheit ihrer Epidermis. Solche Unterschiede kann man auch bei den jungpaläozoischen Scoleopteris- und anderen Pecopteris-Arten teilweise beobachten bzw. schlussfolgern. Zu erkennen ist bei *Sc. arborescens* eine besonders dicke kohlige Substanz im Bereich der Lamina. Nur selten sind die Seitennerven klar zu erkennen. Daraus ist zu schließen, dass die Seitennerven tief in ein dickes Mesophyll eingesenkt waren.

Eine starke Behaarung der Fiederchen verbirgt die Nervatur: Eine Behaarung von Pecopteriden ist in der Literatur zwar oft erwähnt, aber seltener nachgewiesen worden. Besonders Angaben von "dichten, feinen, gescheitelten Behaarungen der Oberseite" sind zu überprüfen, denn diese sind wahrscheinlich meist nur die Epidermis-Strukturen der Oberseite (das gilt auch für die Calamitenblätter). Auch ich habe mich früher mit dieser Deutung bei *Scoleopteris arborescens* geirrt (BARTHEL 1980a). Bei *Sc. arborescens* ist zu beobachten: Die Epidermiszellen sind langgestreckt-unregelmäßig, über der Nervatur bis zu 150 μm lang, in den Intercostalfeldern etwas kürzer, aber ebenfalls längsorientiert, ca. 50 μm breit. Die wirkliche Behaarung der *arborescens*-Fiederchen ist auf die Unterseite beschränkt: An der Mittelader und am Blattrand sitzen wenige, aber sehr große, bis zu 0,3 mm lange, nicht orientierte Haare (bzw. andere Emergenzen), die bei einigen Aspekten (Unterseite von oben betrachtet) eine Beobachtung der Nervatur völlig verhindern können (Abb. 1a). Auch bei *P. potonie* gibt es eine solche Behaarung, die auf den ersten Blick bei schwacher Vergrößerung fast wie eine Maschennervatur erscheint.

Die Seitennerven sind nicht ausschließlich ungeteilt. Wer einmal große Fragmente eines gut entwickelten *Sc. arborescens*-Wedels systematisch auf die Nervatur untersucht, wird neben den normalen Fiederchen mit ungeteilten Seitennerven (Abb. 2) auch einige wenige längere Fiederchen mit abweichender Nervatur feststellen. Diese Fiederchen sitzen jeweils abaxial an der Basis der Fiedern II. O. und sind nicht

nur länger, sondern auch anders orientiert wie die folgenden Fiederchen; sie sind, wie bei *P. potonie*, fast parallel der Fiederachse I. O. gerichtet. Ihre Seitennerven sind im oberen Drittel unter einem Winkel von ca. 60° gegabelt.

Der fertile Zustand verbirgt alle anderen Merkmale der Fiederchen-Unterseite: *Sc. arborescens* und alle anderen *Scoleopteris*-Arten tragen die Sporangien, zu Synangien teilweise verwachsen, in der Mitte der Seitenadern von Trophosporophyllen – es gibt also hier keine speziellen Sporophylle. Die Synangien sind relativ groß (ca. 0,5 mm im Durchmesser) und berühren sich meist gegenseitig in den Längsreihen. Daher ist fast stets die gesamte Unterseite von ihnen bedeckt, und es ist dann unmöglich, die Seitennerven zu beobachten. Isolierte fertile *Scoleopteris*-Fiedern in Kompression-Erhaltung sicher zu bestimmen, ist daher sehr problematisch.

Eine starke Krümmung der Lamina kann Form und Größe der Fiederchen bei Kompression-Erhaltung scheinbar verändern

A. ARNHARDT (1968) hat es im Thüringer Wald zuerst mitgeteilt: In der Ebene der Schichtfläche können die ursprünglich gleichgroßen Fiederchen sehr unterschiedlich breit und lang erscheinen. Dies ist besonders in der Fundsicht 35/36 des Kammerberger Straßenprofils bei einer leicht räumlichen Erhaltung zu beobachten: Die Fiederchen erscheinen dann besonders schmal zu sein, und ihr Rand mit den Hydathoden ist oft nicht sichtbar. REX & CHALONER (1983) haben den Mechanismus der Kompressionen näher untersucht, aber sie haben dabei die Verteilung der kohligen Substanz in Abhängigkeit vom Inkohlungsgrad nicht erkannt.

Die Fiederchen an Wedel- und Fiederspitzen weichen oft morphologisch von den normalen Fiederchen ab.

Diese Erscheinung ist bei vielen rezenten Farnen allgemein bekannt und stellt bei der Determination kein Problem dar – dem Botaniker liegt ja mindestens ein ganzer Wedel vor. Aber bei fossilen Arten, besonders bei den nur fragmentär bekannten Wedeln, kann die in der Literatur fehlende Beschreibung der termina-

len Teile zum Problem werden. Bei den *Scolecoperis*-Arten muss vor allem die Form der Fiederspitzen I. O. bekannt sein, also: rasch zugespitzt oder in eine lange Spitze auslaufend. Denn davon hängt der rasche oder der allmähliche Übergang von einem Fiederungsgrad zum anderen ab. Mit anderen Worten: im zweiten Fall gibt es einen hohen Anteil an fiederspaltigen Fiederchen im Wedel. Solch ein allmählicher Übergang von ganzrandigen über gekerbten und fiederspaltigen Fiederchen zum nächsthöheren Fiederungsgrad mit erneut ganzrandigen Fiederchen ist ein wichtiges Merkmal (ZODROW 1990). Bei *P. potoniei* ist es zu beobachten. Im *Sc. arborescens*-Wedel dagegen sind die Fiederspitzen I. O. sehr kurz und es gibt dort nur ganz wenige fiederspaltige Fiederchen.

Es gibt erhebliche Größenunterschiede der Fiederchen durch unterschiedliche Standortfaktoren. „Hungerformen“

Wie bei vielen rezenten Farnen, so kennt man auch bei Rotliegend-Farnen morphologische Abweichungen in Folge ungünstiger Standortbedingungen. Im Döhlen-Becken konnte ich bei *Nemejcopteris*-Fiederchen Größenunterschiede von 1:2 in zwei verschiedenen Fundschichten beobachten (BARTHEL 1976). Im ersten Fall war offenbar eine Kalkzufuhr über Kalk-Alkali-Feldspate in Tuffen für die Moorpflanze ein wuchshemmender Faktor. Aber auch andere Standortfaktoren, wie Nährstoffe, physiologisch verfügbares Wasser, Sonneneinstrahlung, Wind und konkurrierende Pflanzen spielen bei der Größe und der Entfaltung (Grad der Fiederung) unserer Rotliegend-Farnwedel sicherlich eine Rolle. Bei *Sc. arborescens* und noch mehr bei *Sc. cyathea* sind im Thüringer Wald erhebliche Größenunterschiede der Fiederchen festzustellen, die zumindest Irritationen bei der Bestimmung in zwei entgegengesetzte Denkrichtungen auslösen können. F. NEMEJC (1940) glaubte, in einer "Hungerform" von *Sc. cyathea* eine neue Art „*permica*“ zu erkennen. Entgegengesetzt dachte ARNHARDT (1968), alle Fossilien der *arborescens*-Gruppe in Thüringen seien Wuchs- und Einbettungsvarianten einer einzigen Spezies (später hat er das durch entsprechende Etikettierung in seiner Sammlung teilweise korrigiert). Auch

POTONIE (1893) konnte *P. arborescens* nicht von *P. cyathea* unterscheiden.

Neben all diesen biologischen Faktoren ist es eine **geologisch bedingte Eigenschaft** der Farnfossilien, die das Bestimmen erheblich beeinträchtigt, die Inkohlung. Bis auf die Funde von Crock, die diesseits des Inkohlungsprunges liegen, ist der Inkohlungsgrad im ganzen Thüringer Wald relativ hoch, in Manebach z. B. bei weniger als 25% Gasgehalt. Dies bedeutet in der paläobotanischen Praxis, dass die Kutikulen der Blattfossilien stofflich zerfallen sind; sie umhüllen die kohlige Substanz der Farnfiederchen nicht mehr schützend, wir können sie nicht mehr isolieren. Deshalb bleiben die inkohlten Pflanzenfossilien ("Kompressions") beim Aufspalten des Sediments nicht mehr unversehrt auf einer Seite der Spaltfläche (wie man das bei den *Autunia*-Fiedern in Crock so deutlich sehen kann), sondern werden ebenfalls längsgespalten. Auf jeder Spaltfläche unseres Fundes haftet (im Regelfall) kohlige Substanz, die mit der Sedimentfläche fest verbunden ist.

Es gibt hier keinen „Abdruck und Gegendruck“ – beide Spaltflächen sind gleichwertig.

Bei dieser Kompression-Erhaltung können wir die Oberflächen unserer Farn-Fiedern überhaupt nicht direkt beobachten. Wir sehen, wie unser „Januskopf“ in Abb. 5 stets nur von **innen** auf die beiden Blatthälften. Dies kann leicht zu Irrtümern (zu einer falschen Orientierung) führen, besonders wenn nur eine Hälfte des Spaltes vorliegt (bei älterem Sammlungsmaterial fast die Regel). Denn die sicherste Unterscheidung der Adaxial- und Abaxialseiten der *Pecopteris*-Fiederchen ist die deutlich eingesenkte Mittelader. Bei Kompression-Erhaltung aber ist deren Furche zwar in Blickrichtung von oben zu erkennen, aber man schaut auf den unteren Teil des gespaltenen Fiederchens. Umgekehrt ist der Wulst (Strang) der tiefliegenden Mittelader wohl von unten zu beobachten, aber es handelt sich dabei um die obere Hälfte der Kompression. Wir sehen also feine morphologische Strukturen der Blattoberseite z. B. Epidermiszellen, stets nur von unten. Dagegen sind die Strukturen der Unterseite, z. B. Synangien, Haare und Emergenzen des Randes nur von oben zu erkennen. Um die beiden Oberflächen inkohlter *Pecopteris*-Fiederchen direkt zu beobachten, gibt



Abb. 1: *Scolopoteris arborescens* (SCHLOTHEIM) STUR, Teil einer Fieder I. O., 5:1; Rotliegendes, Manebach-Formation des Thüringer Wald-Beckens, Haldenbrandgestein, Abdruck der Fieder-Unterseite; Sammlung Taubert, Naturkundemuseum Erfurt, Inv. Nr. 98/112. Foto Dr. G. Voigt

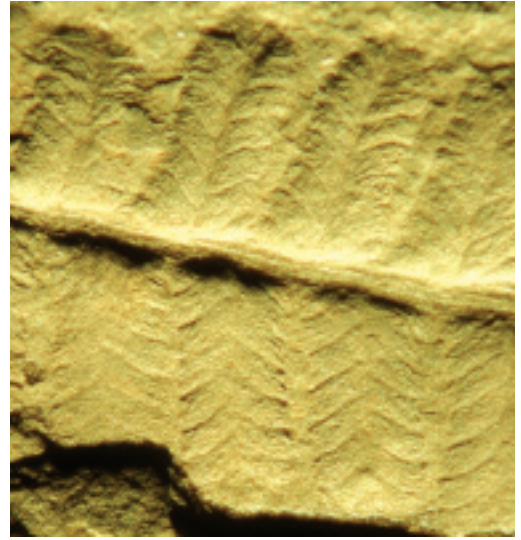


Abb. 1a: Desgl., 10:1; Eine selten deutliche Erhaltung der Nervatur und Hydathoden; Sammlung GIMM im Mus. f. Naturkunde Berlin, Inv. Nr. 2005/907



Abb. 2: Desgl. 16:1. Erst bei höherer Lupenvergrößerung ist die Behaarung der Fiederchen-Unterseite zu erkennen. Die Seitenerven sind nicht sichtbar.

es eine Methode, die STUR (1883) bei Manebacher Kompressionen erstmalig angewendet hat, um die fertilen Organe besser zu erkennen: die kohlige Substanz durch Verglühen im Labor zu entfernen. 30 Jahre später haben das die Manebacher Bürger bei einem Völkerschlacht-Jubiläum durch ein Freudenfeuer auf der Halde der Langguth-Zeche im großen Stil unbewusst wiederholt. Noch heute ist das besonders feinkörnige Haldenbrandgestein von der "Roten Halde" ein wertvolles Material, jetzt in "Impression"-Erhaltung (BARTHEL & RÖSSLER 1998). Aber auch hier gilt nach dem Aufspalten die Regel: Oberseiten können nur von unten, Unterseiten nur von oben betrachtet werden! Dieser, logisch sehr einfache Sachverhalt ist vor allem bei der Beobachtung feiner Strukturen und damit für wissenschaftliche Bearbeitungen bedeutsam – ihn wenigstens zu kennen, kann aber jedem Sammler nützen.

In der Sammlung des Naturkundemuseums Erfurt befinden sich unter diesem roten Haldenbrandgestein mehrere vorzüglich erhaltene *Sc. arborescens*-Wedelfragmente (BARTHEL & RIEDEL 2004). Sie sind die wichtigsten Belege für die hier beschriebene Untersuchungsmethode und Originale zu den Abb.

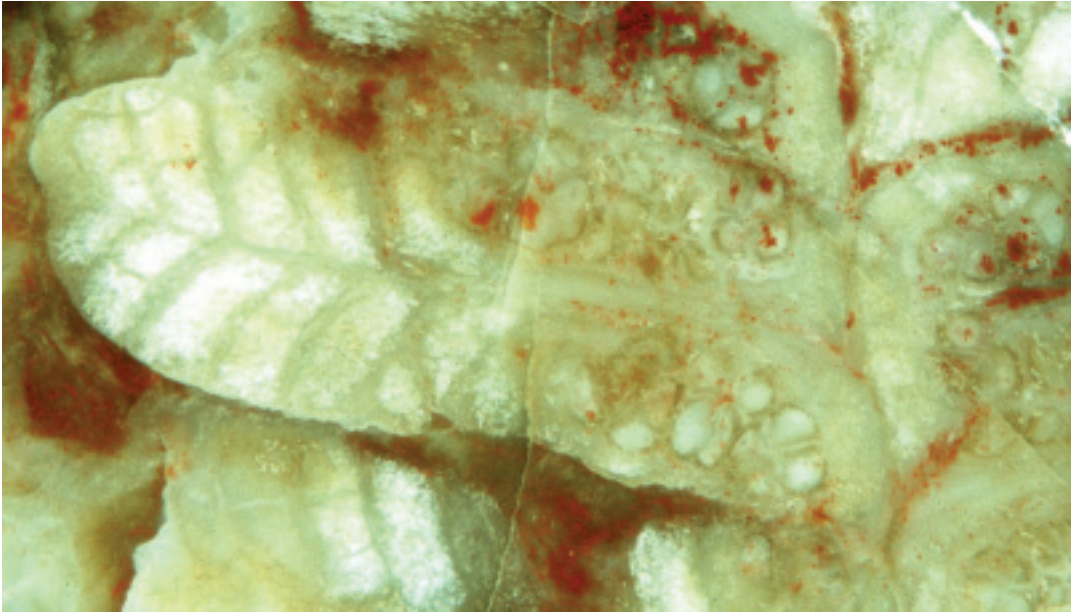


Abb. 3: *Scoleopteris* sp., Fiederchen teilweise mit Synangien bedeckt, 5:1; Rotliegendes, Bannewitz-Formation des Döhlen-Beckens; Sammlung G. MÜLLER (Dresden) Nr. 36.3/1

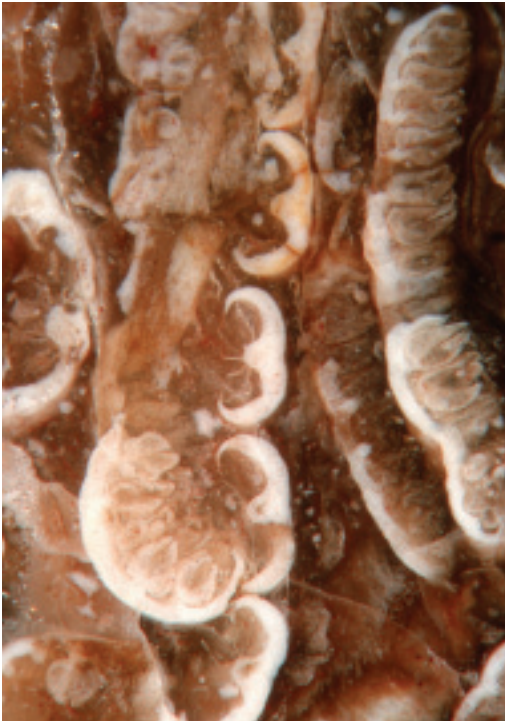


Abb. 4a/4b: *Scoleopteris elegans* ZENKER, 5:1, sterile und fertile Fiederchen im Querschnitt; Sammlung Dr. W. SCHWARZ, Dresden.

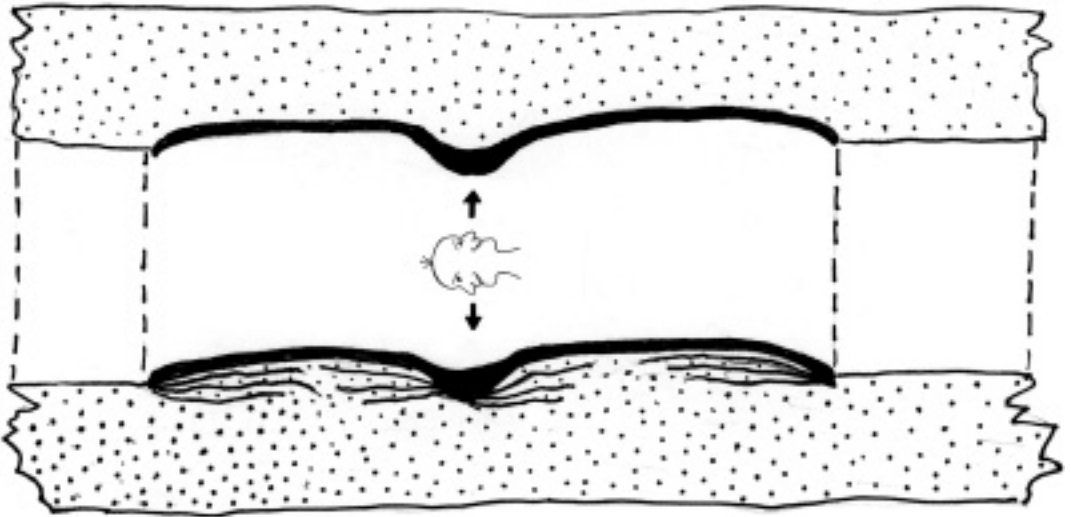


Abb. 5: Hoch inkohlte Kompression eines sterilen *Scoleopteris*-Fiederchen, nach dem Aufspalten des Gesteins im Querschnitt. Schematische Skizze, ca. 50:1.

1 und 1a. Versuche, die Strukturen der Fiederchen-Oberflächen auf diesen Haldenbrandgestein mittels REM-Aufnahmen deutlicher als im sichtbaren Licht abzubilden, waren bisher noch nicht erfolgreich.

Die Merkmale der *Scoleopteris*-Arten sind selbstverständlich viel genauer bei **permineralisierter Erhaltung** zu beobachten. Sowohl verkieselte *Scoleopteris*-Fiederchen im Stephan und Rotliegenden Mittel- und Westeuropas (LESNIKOWSKA & GALTIER 1991) als auch die reichen Funde in den karbonatischen coal balls des Mittleren und Oberen Pennsylvanians Nordamerikas (MILLAY 1996) zeigen einen räumlich vielgestaltigen und recht komplizierten Bau – auch im sterilen Zustand. Durch glückliche Umstände bedingt, bin ich selbst seit einigen Jahren am Studium der wiederentdeckten *Sc. elegans*-Vorkommen im Döhleener-Becken beteiligt (BARTHEL, REICHEL & WEISS 1995). Die zuerst von STERZEL (1893) geäußerte Meinung, *Sc. elegans* sei die Strukturhaltung von *P. arborescens* kann ich jetzt bestätigen, denn Nervatur, Form und Größe der Fiederchen, sowie die Behaarung der Unterseite stimmen überein (Abb. 4a/b).

Einige Merkmale, die in Kompression-Erhaltung nur undeutlich oder gar nicht zu erkennen sind, erscheinen in der permineralisierten Erhaltungsform wie folgt:

Die dicke Mittellader ist tief unter die Fiederchen-

Oberfläche abgesenkt und besteht hauptsächlich aus Grundgewebe, untergliedert durch eine Hypodermis. Die Seitennerven liegen inmitten eines meist relativ dicken Mesophylls, das deutlich in Schwamm- und Palisaden-Parenchym untergliedert ist. Die Lamina ist in Quer- und in Längsrichtung der Fiederchen stark gekrümmt – der Seitenrand ist meist durch einschichtige häutige oder zerfranste Emergenzen verlängert und fast eingerollt (Abb. 4b)

Große mehrzellige Haare sitzen an der Unterseite der Mittellader (Abb. 4a). Die Syngangien sind viel variabler, als bei den Kompressionen zu erkennen ist, sie bestehen aus 4 – 6, vereinzelt aus 7 oder gar 8 Sporangien in symmetrisch wechselnder Anordnung (WEISS 2002).

Damit ist es besser verständlich, weshalb bei *P. arborescens* die Nervatur so selten zu erkennen ist und warum die kleinen Fiederchen in eine solche dicke kohlige Substanz umgewandelt sind.

Die Bearbeitung der neuen *Scoleopteris*-Funde aus dem Döhleener-Becken ist noch nicht abgeschlossen – es ist u. a. zu klären, wozu die Fiederchen mit gelegentlich oder stets gegabelter Seitennervatur gehören (Abb. 3). Sicher ist es aber jetzt schon, dass die Mehrzahl der verkieselten Fiederchen mit ihren xeromorphen Merkmalen ein Modell für die komplizierte Struktur der *P. arborescens* ist. Zugleich ist STURS (1883)

Interpretation der Manebacher fertilen *P. arborescens*-Fiederchen als *Scolecopteris* erneut bestätigt.

Die Titelfrage kann nun beantwortet werden: *Sc. arborescens* aus dem Rotliegenden des Thüringer Waldes kann bestimmt werden, wenn neben der Nervatur mindestens zwei weitere Merkmale sichtbar sind. Zu diesen gehören u.a.: eine starke Behaarung der Fiederchen-Unterseite, sehr breite Fiederachsen 1. Ordnung, kleine runde Trichopodien (Haarbasen) auf der Rhachis und allen Fiederachsen.

Die Determination von Einzelfunden setzt eine sehr gute Erhaltung größerer Wedelfragmente, möglichst mit beiden Seiten einer Spaltfläche voraus und gilt sowohl für die dominierenden hoch inkohlten Kompressionen als auch für natürliche Impressionen sowie für Haldenbrandgesteine. Bei der Arbeit an der *Rotliegendflora des Thüringer Waldes* hat es sich aber erneut bestätigt, dass selbst solch gut erhaltene Einzelfunde nicht nur für Art-Definitionen, sondern auch für andere paläobiologische Fragen nicht genügen. Wenn es die Aufschluss- und Sammelmöglichkeiten erlauben, sollten wir zunächst ein möglichst zahlreiches Fundmaterial aus einer, meist artenarmen Fundschicht zusammentragen und wenigstens gedanklich versuchen, die metergroßen *Scolecopteris*-Wedel zu rekonstruieren, ehe wir uns an ihre Bestimmung wagen. Denn schon SCHLOTHEIM wusste vor 200 Jahren: „*Wenn uns die Steinkohlenlager immer vollständige Abdrücke, und nicht so häufig bloße Bruchstücke... lieferten, so würden wir freilich bei ihrer nähern Bestimmung und Vergleichung mit weit weniger Schwierigkeiten zu kämpfen haben...*“

Herzlichen Dank an Herrn Dr. G. VOIGT, Erfurt für wertvolle fotografische Beiträge und REM-Versuche zusammen mit dem Applicationszentrum Mikroskopie der Fa. Carl Zeiss Jena sowie an die Dresdner *Scolecopteris*-Sammler G. MÜLLER und Dr. W. SCHWARZ für die Abb. 3 und 4a/b.

Literatur

- ARNHARDT, A. (1968): Paläobotanische Beobachtungen im Stephanien und Rotliegenden des Thüringer Waldes. - Paläont. Abh., **B II** (4): 751 – 761, Berlin.
- BARTHEL, M. (1976): Die Rotliegendflora Sachsens. - Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden, **24**: 1 - 190.

- (1980a): *Pecopteris* - Arten E. F. v. SCHLOTHEIMS aus Typuslokalitäten der DDR. - Schriftenr. geol. Wiss., **16**, 275 - 304, Berlin.
- (1980 b): *Pecopteris (Scolecopteris)*-Arten aus dem Rotliegenden von Manebach in Thüringen. - Wiss. Z. Humboldt- Univ. Berlin, Math.-Nat. R., **XXIX** (3): 349 – 364, Berlin
- (2005): Die Rotliegendflora des Thüringer Waldes. Teil 3: Farne.- Veröff. Naturhist. Museum Schleiusingen, **20**: 27-56.
- BARTHEL, M.; W. REICHEL & H.-J. WEISS (1995): Madensteine in Sachsen. Neue Funde von *Scolecopteris elegans* ZENKER in der Typus-Lokalität. - Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden, **41**: 117-135.
- BARTHEL, M. & G.-R. RIEDEL (2004): Die paläobotanische Rotliegend-Sammlung aus dem Thüringer Wald.- Veröff. Naturkundemuseum Erfurt, **23**: 5-12.
- 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
- LESNIKOWSKA A. & J. GALTIER (1991): A reconsideration of four genera of permineralized Marattiales from the Stephanian and Autunian of France. - Review of Palaeobotany and Palynology, **67**: 141-152, Amsterdam.
- MILLAY, M. A. (1996): A review of permineralized Euramerican Carboniferous tree ferns. - Review of Palaeobotany and Palynology, **95**: 191 - 209, Amsterdam.
- N MEIC, F. (1940): The Pecopterides of the coal districts of Bohemia. - Sborník Národního v Praze, **II B** (1): 1 – 28, Prague.
- POTONIÉ, H. (1893): Über das Rothliegende des Thüringer Waldes. Teil II: Die Flora des Rothliegenden von Thüringen. - Abh. Preuss. Geol. Landesanst., **N.F. 9**: 1 - 298, Berlin.
- REX, G. M. & W. G. CHALONER (1983): The experimental formation of plant compression Fossils. - Palaeontology, **26**: 231-252, London.
- SCHLOTHEIM von, E. F. (1804): Beschreibung merkwürdiger Kräuterabdrücke und Pflanzenversteinerungen. - Gotha: Beckersche Buchhandlung.
- (1820): Die Petrefaktenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte, durch die Beschreibung seiner Sammlung versteinierter und fossiler Überreste des Thier- und Pflanzenreichs der Vorwelt erläutert. - Gotha: Beckersche Buchhandlung.
- STERZEL, J. T. (1893): Die Flora des Rothliegenden im Plauenschen Grunde bei Dresden. - Abh. Mathem.-Phys. Cl. Kgl. Sächs. Ges. Wissensch., **19**: 1 - 172, Leipzig.
- STUR, D. (1883): Zur Morphologie und Systematik der Culm- und Carbonfarne. - Sitzungsber. K. Acad. Wiss. Wien, **88**, (1): 1 - 24.
- WALCH, J. E. I. (1768-1773): Die Naturgeschichte der Versteinerungen. - Nürnberg
- WEISS, H.-J. (2002): Beobachtungen zur Variabilität der Syngangien des "Madenfarns".- Veröff. Museum für Naturkunde Chemnitz, **25**: 57-62.
- ZODROW, E. L. (1990): Revision and emendation of *Pecopteris arborescens* group, Permoarboniferous. - Palaeontographica, **B 217** (1 - 3): 1 – 49, Stuttgart.

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: 2005

Band/Volume: [24](#)

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

Artikel/Article: [Gibt es einen Farn *Scolecoperis arborescens*? 5-11](#)