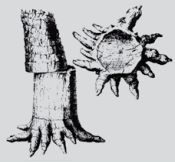
Veröff. Museum für Naturkunde Chemnitz	**35**	2012	17-28

Annularia spicata (Gutbier) Schimper – Calamitenzweige des Rotliegenden

Manfred Barthel, Berlin



Einleitung

Das Artikulaten-Laub *Annularia spicata* mit seinen Sporophyll-Ähren kennt man seit 160 Jahren. Der sächsische Offizier August von Gutbier, viele Jahre in Zwickau stationiert, hat es 1849 zusammen mit weiteren Rotliegendpflanzen aus der Planitz-Formation des Erzgebirge-Beckens beschrieben und benannt. Seine knappe Diagnose hat sich bis heute als treffend erwiesen, und neue Funde sind relativ leicht zu bestimmen. Auch war *Annularia spicata* nicht Gegenstand heftiger wissenschaftlicher Dispute und großer neuer Entdeckungen. Das hat sich jetzt geändert. *Annularia spicata* ist durch zwei Forschungsergebnisse paläobotanisch wieder interessanter geworden:
Zunächst belegen Grabungsfunde des Chemnitzer Museums für Naturkunde in Chemnitz-Hilbersdorf, dass *Annularia spicata* wahrscheinlich das Laub des *Arthropitys bistriata*-Calamiten ist (Rössler et alii 2012b). Das ist eine sehr große Überraschung, die neue Gelegenheiten eröffnet, über die Wuchs- und Lebensformen des „Fossils des Jahres 2010" nachzudenken. Zweitens haben Wagner & Álvarez-Vázquez (2010) im Palaeophytikum der Iberischen Halbinsel den hohen biostratigraphischen Wert von *Annularia spicata* hervorgehoben. Sie sprechen von einer *„Annularia spicata*-Zone", jünger als eine *„Autunia*-Zone", aber immer noch zum Karbon (Gzhelian) gehörend. Das wird aus Sicht der varistischen Binnenbecken Mitteleuropas lebhafte Diskussionen auslösen.

Annularia spicata ist im mitteleuropäischen Rotliegend weit verbreitet, kommt aber nur in einigen Becken und wenigen Fundschichten häufig oder gut erhalten vor. Die besten Vorkommen liegen im Saar-Nahe-Becken, hier teils noch nicht publiziert, im Thüringer Wald-Becken und im Erzgebirge-Becken. Letzteres enthält die Typuslokalität der Pflanze und ist aktueller Ausgangspunkt unserer Überlegungen.

Erzgebirge-Becken

Gutbier (1849) charakterisierte so seine neue Art:
Stämmchen schlank, fein längsgestreift, gegliedert. Äste erster und zweiter Ordnung gegenständig, aufrecht abstehend. Linear lanzettliche Blättchen (?) an den Wirteln und am Ansatzpunkt der Äste. Fruchtstände in kurzen Ähren an den oberen Ästen, statt der Blattwirtel. Die Ähren mit kurzen Grannen besetzt. Zur Herkunft seiner Pflanze fügte er an: *Diese höchst zarte und zierliche Pflanze kam nur einmal vor, im Thonstein des Rothliegenden von Planitz.*

Leider sind die Originale zu Gutbiers Taf. II im Museum für Mineralogie und Geologie Dresden nur teilweise (z. B. Fig. 3) erhalten, und diese Figur ist fotografisch nur bedingt wiederzugeben; die Zeichnung ist aber korrekt. Etwas besser erhalten ist ein von Gutbier selbst etikettierter Fund aus der gleichen Lokalität in der Sammlung E. F. Germars der Universität Halle (Abb. 1). Alle weiteren Funde im Erzgebirge-Becken stammen aus der Leukersdorf-Formation.
Während der baulichen Erschließung von Hilbersdorf gelang es 1888 dem Sammler Otto Weber, aus einem Brunnenschacht an der Ecke Terrassen-/Florastraße in etwa 18 m Tiefe mehrere gut erhaltene Fragmente von sterilen *Annularia spicata*-Zweigen zu bergen. Die sorgfältig von Sterzel etikettierten Funde sind vollständig in der Slg. des Museums für Naturkunde Chemnitz erhalten und wurden bereits von Barthel (1976) beschrieben. Sie sind viel variabler und meist größer (bis zu 7 mm) als die Typusexemplare Gutbiers; auch scheidenförmig verwachsene Stammblätter kommen vor (Abb. 2). Sterzel (1918) hatte sie als *Asterophyllites radiiformis* Weiss bestimmt. Diese Art aus dem Saar-Nahe-Becken hatte Weiss

Anschrift des Autors
Prof. Dr. Manfred Barthel, c/o Museum für Naturkunde, Invalidenstraße 43, 10115 Berlin

Abb. 1 Steriles Zweigfragment aus der Typuslokalität Planitz, Erzgebirge-Becken. Etikettiert durch A. von Gutbier (oben) und J. T. Sterzel (darunter). Slg. E. F. Germar, Universität Halle.

Abb. 2 Einzelne Blattwirtel und Blattscheide. Brunnen an der Ecke Terrassen-/Florastraße in ca. 18 Tiefe. Slg. O. Weber 1888, Mus. f. Naturkunde Chemnitz, K4381.

(1869-1872) wegen ihrer größeren Blattwirtel von *Annularia spicata* separiert. Seltsamerweise etikettierte Sterzel in der Germar-Sammlung der Universität Halle ausgerechnet Gutbiers Fund mit seinen winzigen Blättchen als *Asterophyllites radiiformis* (Abb. 1). Nach Jongmans (1911), der die Chemnitzer Funde aus dem Hilbersdorfer Brunnenschacht ausgeliehen und studiert hatte, ist *Asterophyllites radiiformis* eindeutig ein jüngeres Synonym von *Annularia spicata*.

Die neuesten Funde von *Annularia spicata* stammen aus der großen Grabung (2008-2011) des Museums für Naturkunde Chemnitz im Stadtteil Hilbersdorf, in der Frankenberger Str. 61. Es sind vorwiegend Zweige mit Sporophyll-Ähren (Abb. 4). Die Blattwirtel der sterilen Zweige sind fast stets im „*Asterophyllites*-Aspekt" im Tuff eingebettet (Abb. 3). Ihre Erhaltung ist mäßig, aber an der Bestimmung hege ich keinen Zweifel. Bei der Rekonstruktion des gesamten Ökosystems der Grabungsstelle konnten Rössler et alii (2012b) feststellen, dass *Annularia spicata* mit großer Wahrscheinlichkeit das Laub des Calamiten *Arthropitys bistriata* ist. Die 3 D-Analyse und andere Beobachtungen der Fundsituation im unmittelbaren Bereich des großen Stammes zeigen die Zugehörigkeit. Außerdem gibt es keine Funde anderer Calamitenblätter in der Grabungsstelle.
Für die Zusammengehörigkeit von *Arthropitys bistriata* und *Annularia spicata* spricht auch die frühere Fundsituation im Brunnen an der Ecke Terrassen-/Florastraße in Chemnitz-Hilbersdorf. Dort fand O. Weber 1888 zusammen mit mehreren Zweig-Fragmenten von *Annularia spicata* den *Arthropitys bistriata*-Stamm, der heute als K 1114 im Museum für Naturkunde Chemnitz als eines der besterhaltenen Exemplare der Art gilt (Rössler & Noll 2010). Dann gibt es noch eine weitere Parallele zur Situation in der 500 m entfernten neuen Grabung Frankenberger Str. 61: Die in Aufschlüssen gut erkennbare rötlich-violette Fundschicht (TO 5/ rm2 (l)) aus dem Brunnenschacht enthält auch zahlreiche Fiedern von *Alethopteris schneideri* Sterzel und resultiert aus dem ersten Aschenfall des Zeisigwald-Vulkans.

Abb. 3
Teil eines sterilen Zweiges. Wissenschaftliche Grabung Chemnitz-Hilbersdorf (2008-11), basale Pyroklastite, Slg. Mus. f. Naturkunde Chemnitz, TA 875.

Abb. 4
Zweig mit Sporophyll-Ähren. Wissenschaftliche Grabung Chemnitz-Hilbersdorf (2008-11), basale Pyroklastite, Slg. Mus. f. Naturkunde Chemnitz, TA 595.

Thüringer Wald-Becken

Annularia spicata ist hier, wie auch im benachbarten Stockheim-Becken, schon länger bekannt, aber die kleinen Pflanzenreste der ältesten Funde zeigten nichts Bemerkenswertes. Potonie (1893) erwähnt nur das Vorkommen. Erst die überragenden Freizeitforscher Otto Gimm und Alfred Arnhardt sammelten große Fragmente, vor allem in Manebach-Kammerberg, die eine morphologische Bearbeitung lohnten. Die sterilen Wedelreste sind mindestens 4-fach verzweigt, ihre Achsen sind bis zu 8 mm breit (Barthel 2004). Schirmer (1969) hatte sich auch auf dieses Material gestützt, wobei er das schon von Arnhardt entdeckte Vorkommen an der Stollenwand bei Kleinschmalkalden von *Annularia spicata* ausschloss und als *Annularia galioides* (Lindley & Hutton) Kidston bestimmte. Diese Funde bestehen aus belaubten und fertilen Zweigen, die in situ durch einen Andesittuff der Georgenthal-Formation dreidimensional eingebettet sind. Ihre sterilen Blättchen sind etwas größer (bis zu 7 mm lang) und etwas zahlreicher (7-14) pro Wirtel als die Manebacher Vorkommen von *Annularia spicata*, deren 6 Blättchen pro Quirl nur bis 5 mm lang sind. Außerdem soll der Verzweigungsgrad von den Stollenwand-Funden geringer als in Manebach sein. Das aber ist aus Schirmers Funden (im MfN Berlin) nicht direkt zu entnehmen. Daher muss die Bestimmung dieses Materials zweifelhaft bleiben. Auch sind die übrigen Vorkommen von *Annularia galioides* meist viel älter. Eine Zugehörigkeit der Stollenwandfunde zu *Annularia spicata* ist wahrscheinlich, aber wegen der sehr schlechten Erhaltung in den grobkörnigen Andesittuffen nicht zu beweisen.
Neue Funde sehr gut erhaltener steriler Zweige von *Annularia spicata* gelangen vor wenigen Jahren Stephan Brauner in der Goldlauter-Formation des Steinbruches Cabarz (Abb. 5).
Die Funde im Thüringer Wald reichen von der Ilmenau-Formation (Großer Spanntiegel im Freibachtal) bis in die Oberhof-Formation (Slg. Arnhardt, Nat. Hist. Mus. Schleusingen).

Abb. 5 Fragment eines sterilen Zweiges. Thüringer Wald-Becken, Goldlauter-Formation. Steinbruch Cabarz. Foto und Slg. St. Brauner, 4928. Nat. Hist. Mus. Schleusingen.

Saar-Nahe-Becken

Die wenigen, meist schlecht erhaltenen Funde aus dem 19. Jahrhundert sind von Weiss (1869/72) auch unter *„Asterophyllites radiiformis* nov. sp.“ beschrieben und sollten sich von *Annularia spicata* durch fehlende basale ringförmige Verwachsung und die Größe der Blättchen unterscheiden. Diesen Irrtum hat spätestens Jongmans (1911) korrigiert. Ein von Weiss genannter Fund aus den „Saarbrückener Schichten“ der Grube Hostenbach ist höchst dubios; in seiner Sammlung ist davon nichts überliefert. Dagegen sind die von ihm abgebildeten fertilen Exemplare im Mus. f. Naturkunde Berlin noch vorhanden – es sind fehlbestimmte, zu *Calamites gigas* gehörende *Metacalamostachys dumasii*-Ähren.
Hervorragendes neues Material wurde von Geib (1950) in der Ziegelei Eimer in Sobernheim entdeckt und zusammen mit den anderen Florenelementen in den folgenden Jahrzehnten mehrfach beobachtet und geborgen (Sammlungen K. Baum, Sobernheim, sowie in den Universitäten Utrecht und Münster). Das Vorkommen dieser siltig-tonigen Fundschicht („Sobernheim-Bank“) gehört zu einer Verzahnung der Wadern/Sponheim-Formation in der Nahe-Subgruppe (Boy et alii 2012). Die Flora ist artenreich (Kerp & Fichter 1985) und enthält auch besonders wichtige Funde von Peltaspermaceen (Kerp 1988).
Die wissenschaftliche Bearbeitung des *Annularia spicata*-Sammlungsmaterials der Universität Münster, Forschungsstelle für Paläobotanik, erfolgte durch Remy, R. & Remy, W. (1975). Diese Autoren stellten eine vielfache, bis 5 fache (?) distiche, sehr regelmäßige Verzweigung der sterilen Äste fest, wobei die stärksten Achsen gerade einmal 8 mm breit sind (Abb. 6). R. und W. Remy konzentrierten sich mit ihren Beobachtungen und Überlegungen auf den Bau der bis 14 mm langen Sporophyll-Ähren: Diese, vom Typ *Calamostachys* Schimper, zeigen eine sehr unterschiedliche Stellung der Sporangiophor-Wirtel: von dicht über den Brakteen bis in die Mitte zwischen zwei Brakteen-Wirtel im Verlauf der Ontogenese. Diese Beobachtung verknüpfen die Autoren mit Überlegungen zu den verschiedenen Organisationsplänen der Calamiten-Sporophyllähren und stellen die Funde aus Sobernheim zu einer neuen variatio *eimeri*. Ich halte diese für überflüssig, weil das Sobernheimer Material, steril wie fertil, den Merkmalen anderer Vorkommen und deren Variabilität entspricht. Auch ist

Abb. 6 Vierfach verzweigter fertiler Wedel. Saar-Nahe-Becken, Nahe-Subgruppe. Bad Sobernheim, Ziegelei-Grube Eimer. Slg. Universität Münster, Forschungsstelle Paläobotanik, Cp 233. Original zu R. und W. Remy (1975).

zu bedenken, dass die Sobernheimer Sporophyll-Ähren makroskopisch zwar brillant erscheinen (Abb. 6a), aber nicht mazerierbar sind und schon gar nicht anatomisch-strukturell zu untersuchen sind. Daher ist die Position der Sporangiophore nicht eindeutig festzustellen und eine Bestimmung als *Calamostachys* bleibt zweifelhaft.

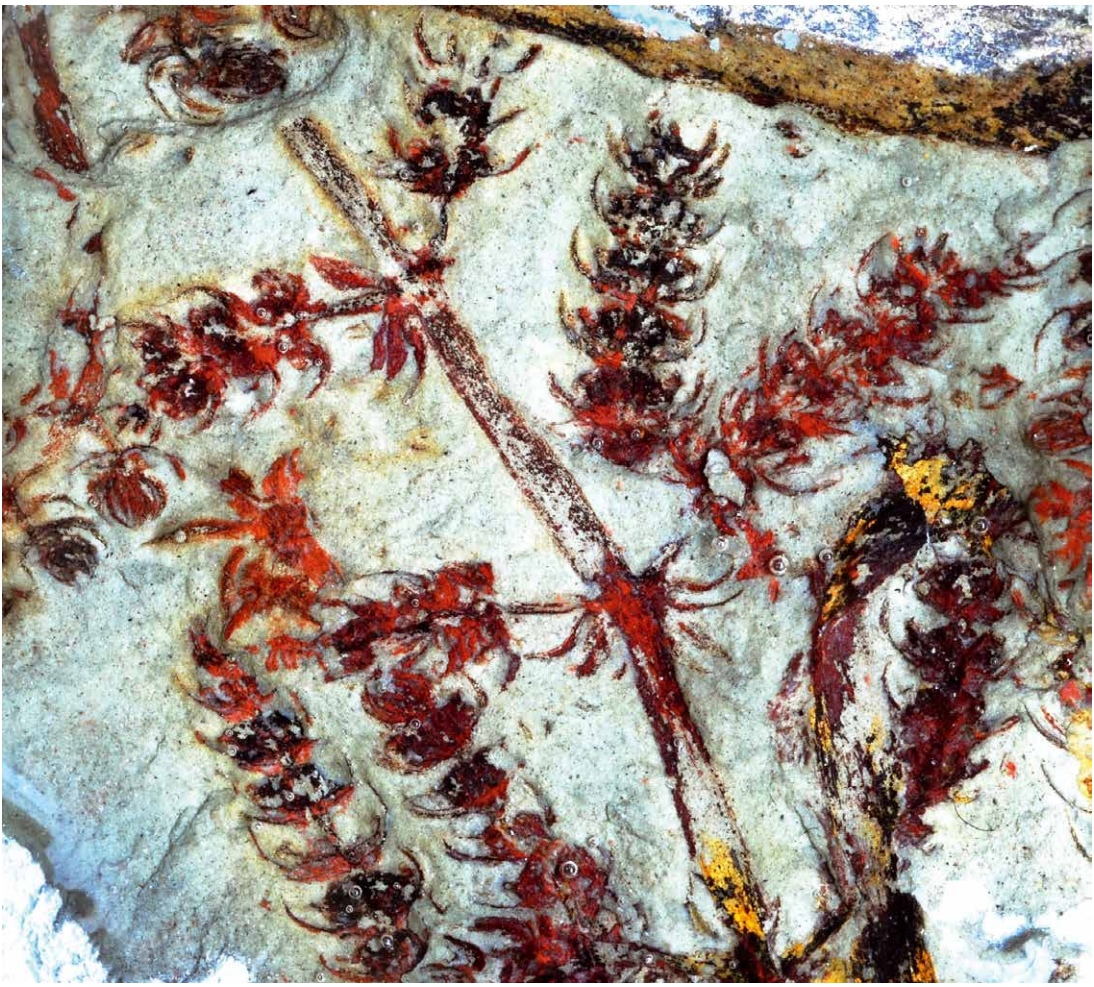


Abb. 6a Ausschnitt mit Strobili und basalen Blattwirteln.

Die jüngsten, wissenschaftlich wertvollsten Funde von *Annularia spicata* stammen aus einer Baugrube in der ehemaligen Ziegelei Halseband in St. Wendel. Hier bargen Arnulf und Harald Stapf (Paläontologisches Museum Nierstein) 1988 in einer Rettungsgrabung sehr gut erhaltene sterile und vor allem fertile Ast-Fragmente. Die siltige mittelgraue Fundschicht enthält auch weitere gut erhaltene Pflanzenfossilien, die, sorgfältig präpariert, eine Ausstellung im Niersteiner Museum schmücken, aber noch nicht bearbeitet sind. Die stratigraphische Einstufung der Pflanzenfundschicht und des liegenden See-Horizontes durch Boy et alii (2012) ergibt „Einheit M 9 in der höheren Meisenheim-Formation, Odernheim-Subformation".

Die *Annularia spicata*-Zweigfragmente von St. Wendel sind mindestens 3-fach regelmäßig distich verzweigt. Alle Achsen sind deutlich fein längsgestreift, die stärksten sind 7 mm breit. An jedem Knoten sind die Achsen verzweigt und mit einem sterilen Blattquirl besetzt, der bei den stärkeren Achsen basal scheidenförmig verwachsen ist (Abb. 8). Jeder

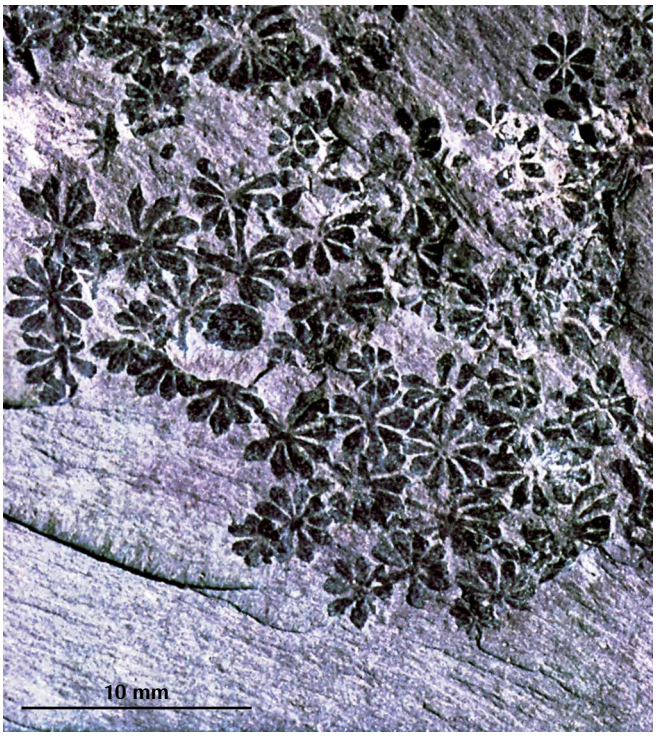


Abb. 7
Teil eines sterilen Zweiges.
Saar-Nahe-Becken, Odernheim-Subgruppe.
St. Wendel. Slg. Stapf, Paläontologisches Museum Nierstein, SW 92.

Zweig vorletzter Ordnung endet apical mit einer Sporophyll-Ähre bzw. mit einem sterilen Zweig letzter Ordnung, ist also unpaarig verzweigt. Die unreifen Zweige enden mit einer langen Spitze (Abb. 9). Die Sporophyll-Ähren sind den sterilen Zweigen letzter Ordnung homolog, sie sitzen daher paarweise an den Knoten der Zweige vorletzter Ordnung und werden an der Basis ihres Blattstiels stets von einem sterilen Blattwirtel mit weitgehend freien Blättchen begleitet. Je nach Reifegrad sind die Ähren 10-35 mm lang und bis 3 mm breit; sie bestehen aus 4-26 Brakteenwirteln in ca. 2 mm Abstand; die einzelnen, meist 12 Brakteen sind acroscop bogenförmig und erreichen die Ebene des nächsthöheren Knotens (Abb. 10). Ihre Sporangien sind relativ groß (0,6-0,8 mm Ø) und meist direkt über den basiscopen Brakteen positioniert (Abb. 11), was für eine achselständige, also *Palaeostachya*-ähnliche Stellung der Sporangiophore spricht – diese sind aber nirgends genau zu erkennen. Damit ist ein Vergleich mit den Beobachtungen von R. und W. Remy in Sobernheim über die Verschiebung der Sporangiophor-Wirtel in der Ontogenese nicht möglich. Mazerationsversuche an den Sporangien waren auch hier vergebens, der Inkohlungsgrad der Pflanzenreste ist sicher zu hoch.

Die sterilen, mehrfach distich gegliederten Zweige sind dicht mit flach ausgebreiteten, isophyllen Blattwirteln besetzt, erscheinen dadurch wedelförmig (Abb. 7). Die einzelnen, 6-10 Blättchen sind basal ganz schwach ringförmig verwachsen, breit lanzettförmig bis spatelförmig, 1-2 mm lang und bis 0,6 mm breit, mit der größten Breite im vorderen Drittel, spitz endend. Ihre Variabilität entspricht den Funden aus Thüringen und Sachsen.

An den Spitzen einiger fertiler Zweige letzter Ordnung sitzen merkwürdige unregelmäßig-rundliche Körper bis zu 10 mm Durchmesser (Abb. 12 und 13). Bei rezenten Gehölzen sind solche oder andere Wachstums-Anomalien oder Wucherungen als Pflanzengallen, Cecidien, bekannt. Meist sind sie durch Insektenstich- und Eiablage, aber auch durch Pilze, Viren, Bakterien und Milben verursacht. Amerom (1973) hat ähnliche Cecidien an den sterilen Zweigen oberkarbonischer Calamiten aus dem Heerlener und Aachener Revier beschrieben und sie *Acrobulbillites* genannt.

Abb. 8 Teil eines fertilen Zweiges. St. Wendel. Slg. Stapf, Paläontologisches Museum Nierstein, SW 72.

Abb. 9 Spitze eines fertilen Zweiges. St. Wendel. Slg. Stapf, Paläontologisches Museum Nierstein, SW 15.

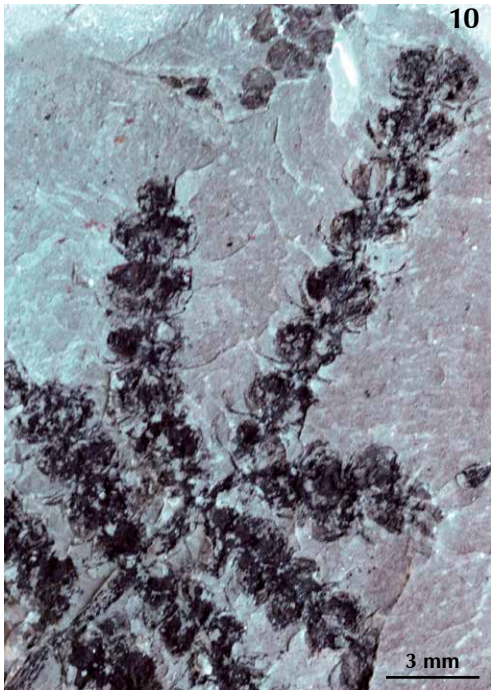
Abb. 10 Sporophyll-Ähren an einer Zweigspitze. St. Wendel. Slg. Stapf, Paläontologisches Museum Nierstein, SW 26.

Abb. 11 Teil einer Sporophyll-Ähre mit achselständigen Sporangien. St. Wendel. Slg. Stapf, Paläontologisches Museum Nierstein, SW 33.

8
10 mm

11
2 mm

9
1 cm


10
3 mm

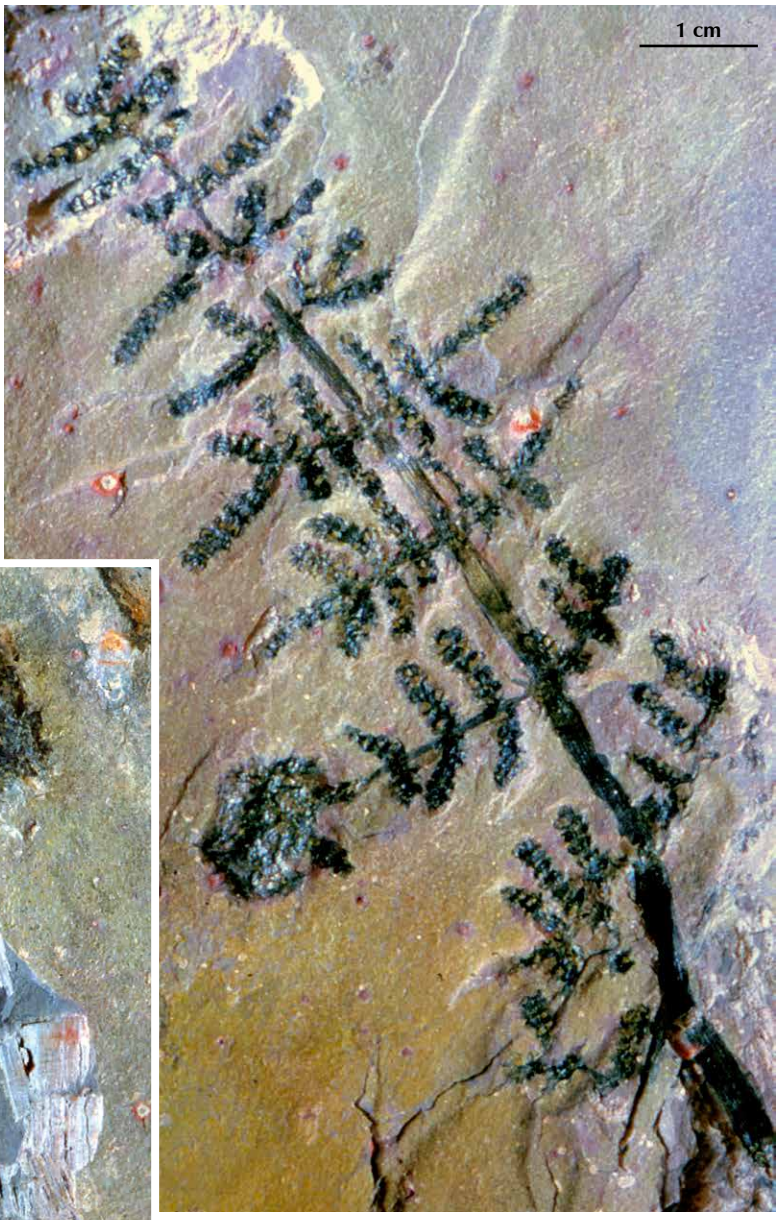


Abb. 12
Fertiler Zweig mit Cecidie an der Spitze eines Seitenzweiges. St. Wendel. Slg. Stapf, Paläontologisches Museum Nierstein, SW 16.

Abb. 13
Cecidie an der Spitze eines entblätterten Seitenzweiges. St. Wendel. Slg. Stapf, Paläontologisches Museum Nierstein, SW 86.

Wuchsform

Dank der Hilbersdorfer Grabung wissen wir jetzt, dass *Arthropitys bistriata* ein freistämmiger, dreifach unregelmäßig verzweigter, über 10 m großer Baum war (Rössler et alii 2012a).
Wenn *Annularia spicata* die Zweige dieses Baumes waren, dann saßen sie wirtelig zu je 10-16 in Abständen von 5-9 (selten mehr) Internodien an den verholzten Achsen des Calamiten. Da die Internodien nur 9,5-30 mm hoch waren, folgten daher die Laub- oder Sporophyll-Zweige in dichtem Abstand (höchstens 30 cm) aufeinander. Auch horizontal müssen die planen, wedelförmigen Zweige mit ihrer vielfachen (mindestens 4-fachen) Verzweigung sehr eng nebeneinander gestanden haben. Ihre Achsen waren krautig, denn die Zweignarben auf den Achsen haben kein Sekundär-Xylem. Das haben Rössler & Noll (2010) auch bei anderen Chemnitzer *Arthropitys*-Arten nachgewiesen, und das stimmt mit den anatomisch erhaltenen *Arthropitys*-Zweigen aus den „Madensteinen" des Döhlen-Beckens überein. Dieses Merkmal der Zweige deutet auf einen Abwurf, eine mehrfache Erneuerung des Laubes und ein periodisches Fruktifizieren hin. Auch ist es unwahrscheinlich, dass ein solch zartes Laub wie *Annularia spicata* die gesamte Lebensdauer eines 10 m hohen Gehölzes überdauert.
Die vielfach verzweigten, beblätterten oder fruktifizierenden Zweige von *Annularia spicata* sind wedelförmige Organe von mittleren Größen, wohl deutlich kürzer als 1 m. Das geht aus den stärksten Zweig-Achsen hervor, die in allen Vorkommen nur bis 8 mm Stärke beobachtet worden sind. Überall sind die Funde der Zweige entweder steril oder fertil. Daher nehme ich an, dass der *Arthropitys*-Baum Laubzweige und Zweige mit Sporophyll-Ähren in der Regel gesondert austrieb. Das stimmt mit meinen Beobachtungen an anderen Calamiten im Thüringer Wald und im Döhlen-Becken überein, schließt aber vereinzelte andere Organzusammenhänge der Calamiten-Zweige nicht aus (Rössler & Thiele-Bourcier 1999).

Standort und Vegetation

In den hier untersuchten Becken kommen die Zweige von *Annularia spicata* in faziell unterschiedlichen Fundschichten zusammen mit Blättern anderer Florenelemente vor:
In Manebach, im Hangenden des Oberflözes, vor allem mit *Remia pinnatifida, Odontopteris schlotheimii, Dicksonites pluckenetii* (Barthel 2001).
In Sobernheim vor allem mit *Pseudomariopteris busquetii* (Kerp et alii 2007).
In St. Wendel mit *Calamites gigas, Arnhardtia scheibei* und *Remia pinnatifida (*Paläontologisches Museum Nierstein).
Im Brunnen Terrassen- /Florastraße mit *Alethopteris schneideri* und *Taeniopteris abnormis* (Sterzel 1918).
In der Grabung Chemnitz-Hilbersdorf, Frankenberger Str. 61 mit *Alethopteris schneideri, Neurocallipteris planchardii, Taeniopteris abnormis, Lobatopteris geinitzii,* Cordaitenblättern und insbesondere (?eingewehten) Walchienzweigen (Rössler et alii 2012b).
Diese Vorkommen sind überwiegend subautochthone Taphocoenosen von Pflanzengesellschaften der Flussebenen, und sie lassen vermuten, dass die *Arthropitys bistriata*/*Annularia spicata*-Pflanze vorwiegend in hygrophil-mesophilen Biocoenosen aus Farnsamern und Baumfarnen auf mineralischen Standorten lebte. Das wird durch die Grabung Hilbersdorf mit ihrer parautochthonen, pyroklastischen Fundschicht bestätigt. In der Vegetation der moorbildenden Waldmoore dagegen scheint sie zu fehlen.

Stratigraphische Verbreitung

Annularia spicata ist ein typisches Florenelement des Rotliegenden und eine der jüngsten Belaubungsformen der Calamiten. Damit ist sie zweifellos auch ein stratigraphisch wichtiges Pflanzenfossil.
Aber eine Biozone, wie sie von Wagner & Álvarez-Vázquez (2010) auf der Iberischen Halbinsel vorgeschlagen wird, ist damit nicht zu charakterisieren. Ihre Lebensdauer umfasst das gesamte Rotliegend, vielleicht auch das oberste Stephan. Im Thüringer Wald kennen wir sie von der Ilmenau-Formation (oder gar von der Georgenthal-Formation, wenn man *Annularia galioides* sensu Schirmer hinzurechnet) bis zur Oberhof-Formation, im Saar-Nahe-Becken von der Breitenbach-Formation bis zur Nahe-Subgruppe in Sobernheim. Im Erzgebirge-Becken ist die obere Leukersdorf-Formation das jüngste Vorkommen im Rotliegend.

Dank

Arnulf und Harald Stapf (Paläontologisches Museum Nierstein) ermöglichten mir die Veröffentlichung ihres Grabungsmaterials aus St. Wendel (Saarland). Weitere Fachkollegen unterstützten mich mit Fotos, Sammlungsmaterial und Hinweisen: St. Brauner (Friedrichroda), Hans Kerp (Münster), Lutz Kunzmann (Dresden), Thomas Schindler (Spabrücken). R. Rößler und seine Mitarbeiter im Museum für Naturkunde Chemnitz gewährten mir Einsicht in alle Ergebnisse und Materialien ihrer Grabung in Hilbersdorf. Allen sei herzlich gedankt.

Literatur

Amerom, H. W. J. van (1973): Gibt es Cecidien bei Calamiten und Asterophylliten?. - 7. Congr. Int. Strat. Geol. Carbonifère, Krefeld: S. 63-83.
Barthel, M. (1976): Die Rotliegendflora Sachsens. - Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden, **24**: 1-190.
Barthel, M. (2001): Pflanzengruppen und Vegetationseinheiten der Manebach-Formation. - Beitr. Geol. Thüringen, N. F. **8**: 93-123.
Barthel, M. (2004): Die Rotliegendflora des Thüringer Waldes. Teil 2: Calamiten. - Veröff. Naturhist. Mus. Schleusingen, **19**: 21-49.
Boy, J.A.; Haneke, J.; Kowalczyk, G.; Lorenz, V.; Schindler, T.; Stollhofen, H. & Thum, H. (2011): Rotliegend im Saar-Nahe-Becken, am Taunus-Südrand und und im nördlichen Rheingraben. - Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **61**: 254-377.
Gutbier, A. von (1849): Die Versteinerungen des Rothliegenden in Sachsen. – 32 S.; Dresden und Leipzig (Arnoldische Buchhandlung).
Kerp, H. & Fichter, J. (1985): Die Makrofloren des saarpfälzischen Rotliegenden (?Ober-Karbon – Unter-Perm). - Mainzer geowiss. Mitt., **14**: 159-286.
Kerp, J.H.F. (1988): Aspects of Permian palaeobotany andpalynology. X. The West- and Central European species of the genus *Autunia* Krasser emend. Kerp (Peltaspermaceae) and the form-genus *Rhachiphyllum* Kerp (callipterid foliage). - Rev. Palaeobot. Palynol., **54**: 249-360.
Kerp, H.; Noll, R. & Uhl, D. (2007): Vegetationsbilder aus dem saarpfälzischen Permokarbon. - Pollichia Sonderveröffentlichung, **10**: 76-109.
Jongmans, W.J. (1911): Anleitung zur Bestimmung der Karbonpflanzen West-Europas, 1, Thallophytae, Equisetales, Sphenophyllales. Freiberg.
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.
Remy, R. & Remy, W. (1975): Zur Ontogenie der Sporangiophore von *Calamostachys spicata* var. *eimeri* n. var. und zur Aufstellung des Genus *Schimperia* n. gen. - Argumenta Palaeobotanica, **4**: 83-92; Münster.
Rössler, R. & Thiele-Bourcier, M. (1999): Neue Organzusammenhänge eines Calamiten – taphonomische Beobachtungen im Oberkarbon des Saar-Nahe-Beckens. - Freiberger Forsch. H., C **481**: 49-61.
Rössler, R. & Noll, R.(2010): Die Calamiten der Gattung *Arthropitys* Goeppert 1864 im Versteinerten Wald von Chemnitz. - Veröff. Mus. Naturk. Chemnitz, **33**: 89-112.
Rössler, R., Feng, Z. & Noll (2012a): The largest calamite and its growth architecture – *Arthropitys bistriata* from the Early Permian Petrified Forest of Chemnitz. – Rev. Palaeobot. Palynol., **185**: 64–78.
Rössler, R.; Zierold, T.; Feng, Z.; Kretzschmar, R.; Merbitz, M.; Annacker, V. & Schneider, J.W. (2012b): A snapshot of an Early Permian ecosystem preserved by explosive volcanism: new results from the petrified forest of Chemnitz, Germany. - Palaois, **27**.
Sterzel, T. (1918): Die organischen Reste des Kulms und des Rotliegenden der Gegend von Chemnitz. - Abh. Königl. Sächs. Ges. Wiss., Math.-Physik. Kl., **35** (5): 205-315.
Wagner, R. H. & Álvarez-Vázquez, C. (2010): The Carboniferous floras of the Iberian Peninsula: A synthesis with geological connotations. - Rev. Palaeobot. Palynol., **162**: 239-324.
Weiss, C. E. (1869-72): Fossile Flora der jüngsten Steinkohlenformation und des Rothliegenden im Saar-Rhein-Gebiete. Bonn (A. Henry).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz

Jahr/Year: 2012

Band/Volume: 35

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

Artikel/Article: Annularia spicata (Gutb ier) Schimper – Calamitenzweige des Rotliegenden 19-30