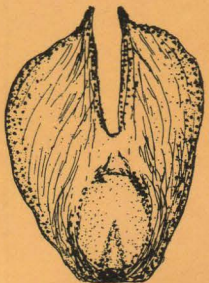
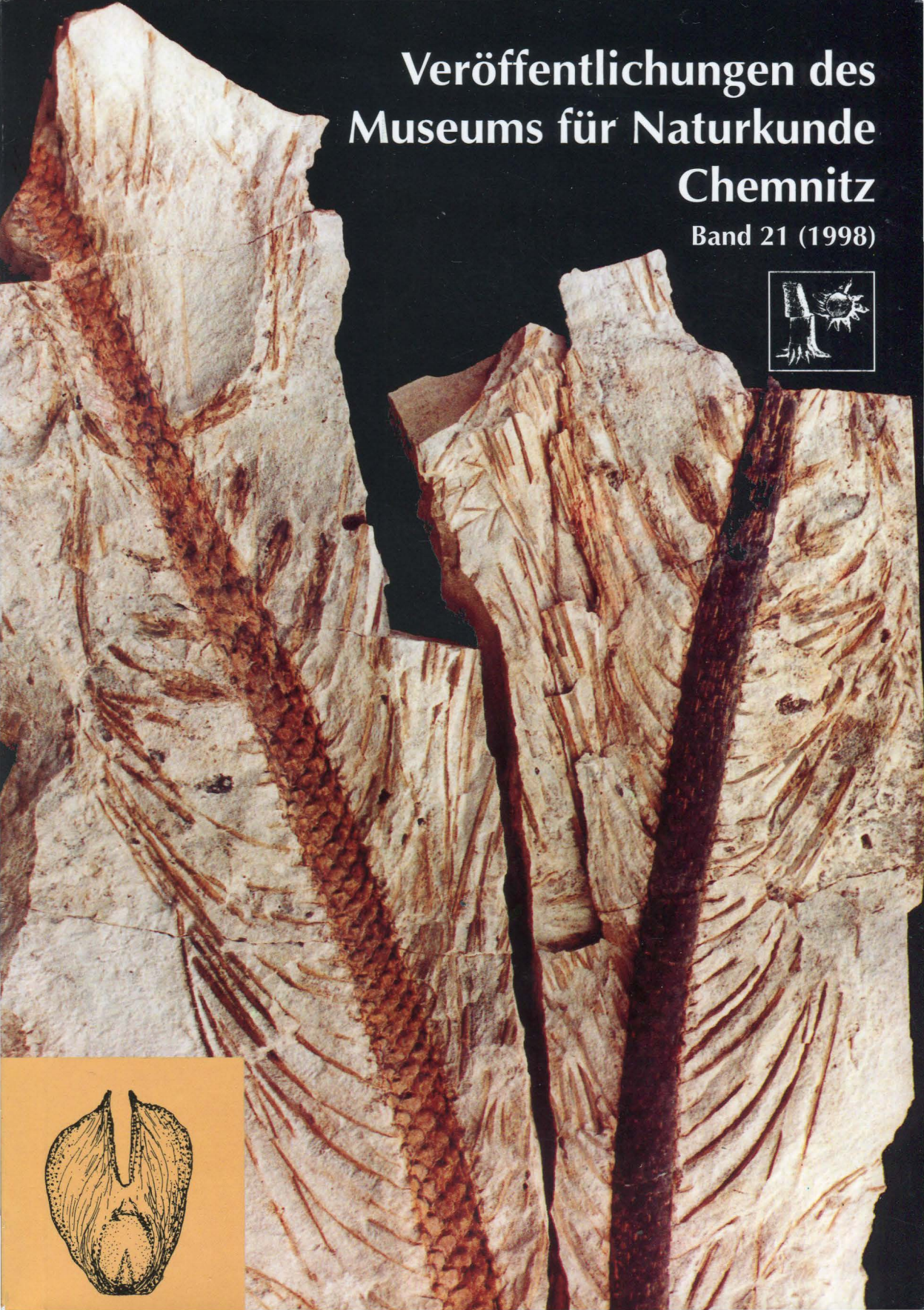
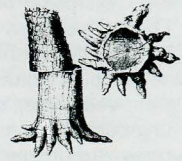


Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz

Band 21 (1998)



„Grüne Pflanzen“ aus dem Perm - Fossilreste einer Pyroklastitsequenz des Rotliegend von Wüstenbrand (Erzgebirge-Becken, Planitz-Formation)



Bernd Tunger, Ronny Rößler und Dagmar Dietrich, Chemnitz

Zum 200. Geburtstag von AUGUST VON GUTBIER (1798-1866)

Kurzfassung

Von einem temporären Bauaufschluß in Wüstenbrand bei Chemnitz werden Neufunde verschiedener Rotliegend-Pflanzen vorgestellt. Neben der regionalgeologisch-tektonischen und stratigraphischen Position werden der Profilaufbau der aufgeschlossenen Schichtenfolge, paläovulkanologische Aussagen und die besondere Erhaltungsform der Fossilreste diskutiert. Im Vergleich mit Fossil- und Gesteinsmaterial anderer Lokalitäten des Untersuchungsgebietes wird aufgezeigt, daß es sich bei der markanten grünen Substanz um Delessit handelt. Die bislang bekannten floristischen und faunistischen Belege aus der Planitz-Formation werden mitgeteilt und im Kontext ihrer Lebens- und Einbettungsräume diskutiert.

1 Einleitung

Am westlichen Ortsrand von Wüstenbrand wurde 1997 das Wohngebiet „An den Heroldsteichen“ erschlossen. Im Rahmen der geologischen Begutachtung der Baugruben konnte aus einem eng begrenzten Vorkommen eine größere Anzahl gut erhaltener Pflanzenfossilien geborgen werden. Neben der geologisch-stratigraphischen Position der Fundlokalität werden die aufgeschlossene Profilabfolge wie die taxonomische Zuordnung der überlieferten Pflanzenreste und die Art ihrer Erhaltung nachfolgend beschrieben. Auf der Grundlage der ermittelten Befunde wird versucht, die relevanten geologischen Prozesse sowie die Entwicklungs-, Lebens- und Erhaltungsbedingungen der überlieferten Florenelemente zu rekonstruieren.

Die optisch markante, grüne tuffitische Erhaltung der Pflanzenreste war seit Anfang des 18. Jahrhunderts wohl bekannt und gab schon oft Anlaß zur Diskussion ihrer Entstehung. Sie war bislang vor allem aus dem „unteren Porphyrtuff“ von Zwickau-Reinsdorf bzw. von Chemnitz-Markersdorf bekannt geworden (NINDEL 1934; BARTHEL 1976a). Eine Reihe wichtiger Rotliegend-Pflanzen liegt in vergleichbarer Erhaltung vor. Dazu gehört u.a. der älteste in der Literatur verbrieft sächsische Fossilfund, der sich heute noch in einer Sammlung befindet: die Pteridosperme *Neurocallipteris neuropteroides* (GÖPPER 1836) CLEAL, SHUTE & ZODROW 1995 im Naturalienkabinett Waldenburg (Abb. 20). Zwickau-Reinsdorf, durch GUTBIER's Bearbeitung 1849 Typuslokalität verbreiteter permischer Pflanzen, wurde zur berühmtesten und artenreichsten Fundstätte innerhalb der Planitz-Formation. Somit stellen die Neufunde aus dem Grüna-Tuff-Horizont eine wertvolle Ergänzung zur Flora der Planitz-Formation im Erzgebirge-Becken dar.

2 Kenntnisstand zur regionalen Geologie, Stratigraphie und Tektonik

Die Fundstelle befindet sich am unmittelbaren Nordrand des Erzgebirge-Beckens. Hier grenzen die Gesteine des Rotliegend an den Schiefermantel des Sächsischen Granulitmassivs. Das Erzgebirge-Becken stellt eine Innengebirgssenkung zwischen den metamorphen Grundgebirgseinheiten dieses Granulitmassivs im Norden und des Erzgebirges im Süden dar. Beide Strukturen lieferten im Ergebnis intensiver Verwitterungsprozesse während des Karbons und unteren Perms

Anschrift der Autoren

Dipl.-Geol. Bernd Tunger, Sterzelstraße 23, 09117 Chemnitz

Dr. R. Rößler, Museum für Naturkunde Chemnitz, Theaterplatz 1, 09111 Chemnitz

Dr. Dagmar Dietrich, Walter-Ranft-Str. 32, 09123 Chemnitz

die Sedimente der Beckenfüllung. Eingeschaltet in diese sedimentären Ablagerungen finden sich besonders innerhalb des Rotliegend großflächig verbreitete vulkanische Gesteine, die z.T. intensive Eruptionen dokumentieren. Diese Vulkanite/Pyroklastika sind zur lithostratigraphischen Untergliederung der Schichtenfolge besonders geeignet und waren wiederholt Gegenstand umfangreicher Untersuchungen (u.a. BRÄUER 1977; FISCHER 1991; TUNGER 1991; EULENBERGER 1994). Die am weitesten verbreiteten Vulkanite finden sich innerhalb der Planitz-Formation. Zu ihnen gehören der Grüna-Tuff und der Rochlitz-Ignimbrit. Der in der älteren Literatur als „unterer Tuff“ (T_u) der Planitzer Schichten bezeichnete Komplex wurde von FISCHER (1991) näher untergliedert und so in mehrere Schichtglieder unterschiedlicher Mächtigkeit, Verbreitung und stofflicher Charakteristik aufgelöst (Abb. 1). In Anwendung dieser nunmehr detaillierteren Gliederung dürften die meisten Stücke in den Sammlungen mit der Fundhorizont-Bezeichnung T_u dem Niveau des Grüna-Tuffes zuzuordnen sein. Aufgrund der lateralen Verbreitung der durch FISCHER (1991) neu ausgegliederten Thonhausen-Tuffe bzw. des Mockern-Tuffes und ihres ausschließlichen Nachweises in Bohrungen sind diese für die Herkunft von Sammlungsmaterial wohl auszuschließen.

Die im Top der Härtensdorf-Formation beginnende Entwicklung eines größeren lakustrinen Ablagerungsraumes kulminierte nach vulkanotektonischer Aktivität im Zuge der Ablagerung des Grüna-Tuff-Horizontes mit der Bildung des „Niederplanitz-Sees“ (FISCHER 1991). Eine rotfaziale flachlakustrine Randfazies mit zahlreichen disartikulierten Faunenresten stand einem temporär eueinischen, lakustrinen Pelagial mit grauschwarzen, z.T. laminierten Tonsteinen gegenüber. Der See war durch eine artenreiche Fischfauna gekennzeichnet. Im proximalen Bereich der Vulkanite dominierte ein System von Schwemmfächern, beckenwärts übergehend in alluviale Niederungen mit temporären Seen und Tümpeln, an deren Uferbereich hygro- bis mesophile Pflanzengesellschaften gebunden waren. Im Top des Niederplanitz-Horizontes treten verschiedene Kristallaschen- bis Kristalltuffe (als Thonhausen-Tuffe zusammengefaßt) mit zwischengelagerten Sedimenten auf. Mit dem darüberliegenden „Mockern-Tuff“ wurde die Förderung basischen Materials eingeleitet (FISCHER 1991). Die obere Planitz-Formation stellt eine feinklastische Sequenz mit einzelnen geringmächtigen größeren Einschaltungen dar. Als Top der Planitz-Formation leitet die Gruppe der Rochlitz-Ignimbrite zum NW-Sächsischen Vulkanitkomplex über.

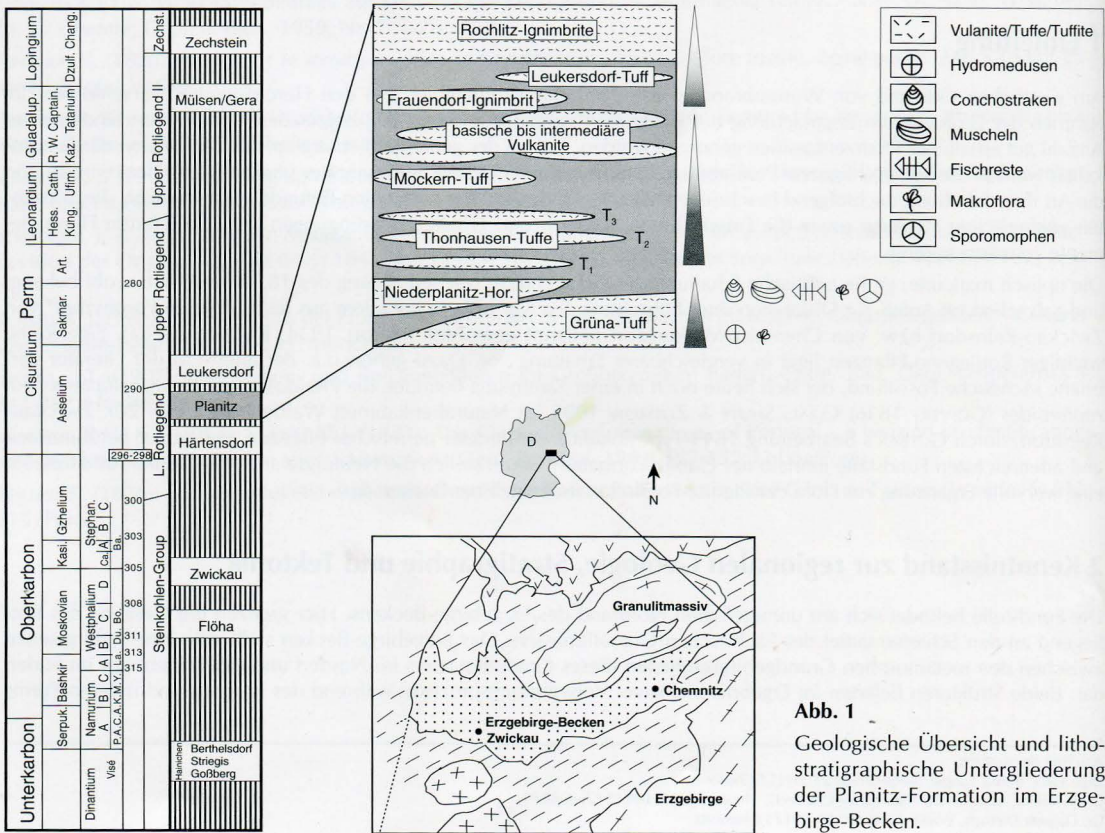


Abb. 1
Geologische Übersicht und lithostratigraphische Untergliederung der Planitz-Formation im Erzgebirge-Becken.

Die stratigraphische Position der Fundschicht kann mittels biostratigraphischer Hinweise aus dem über dem Grüns-Tuff liegenden Niederplanitz-Horizont als hohes Unterrotliegend angegeben werden. Aufgrund phylo-morphogenetischer Merkmalsentwicklungen an Xenacanthiden-Zähnen (*Xenacanthus*-Typ Pl. nach SCHNEIDER 1988, 1996) ist dieses stratigraphische Niveau auch überregional korrelierbar und entspricht etwa dem Grenzbereich Goldlauter-Formation/Oberhof-Formation in der SW Saale-Senke. Nach den palynologischen Untersuchungen von DÖRING & FISCHER (1995) wird die Planitz-Formation mit der Slavjanskaja Svita (Karbonathorizont S 2, S 2/1) im Perm-Profil des Donezk-Beckens (oberstes Assel) verglichen. Makrofloristisch lassen sich diese Aussagen nicht weiter präzisieren. Es liegt eine typische Unterrotliegendflora vor mit verschiedenen moorbildenden Elementen der eher konservativen Biotope (Baumfarne, Calamiten etc.), vor allem aber zahlreiche moderne Elemente mesophiler Standorte, wie z.B. *Pterophyllum cottaeanum*, *Callipteridium gigas*, *Barthelopteris germarii*, *Taeniopteris abnormis*, *Alethopteris schneideri*, *Autunia naumannii*, *Dichophyllum flabellifera*, *Neurocallipteris neuropteroides*, *Odontopteris lingulata* und diversen Koniferen.

Das Gebiet von Hohenstein-Ernstthal über Wüstenbrand und Grüns bis Chemnitz-Rabenstein ist durch komplizierte tektonische Verhältnisse gekennzeichnet (Abb. 2). Das markanteste Element ist die Hohensteiner Längsverwerfung als nördliche Begrenzung des Erzgebirge-Beckens. Nach BLÜHER (1964) beträgt die Sprunghöhe dieser annähernd W-E bis NE verlaufenden Verwerfung ca. 500 m. Diese Sprunghöhe ergibt sich aus dem Profil des ehemaligen Beharrlichkeits-Schachtes in Grüns, welcher nur ca. 400 m vom Rand des Schiefermantels entfernt das Rotliegend mit 425 m Mächtigkeit aufgeschlossen hat. Die Basis des Grüns-Tuffs wurde hier in einer Tiefe von 195,82 m über dem Grundgebirge angetroffen. Im Westteil von Wüstenbrand grenzt der Grüns-Tuff unmittelbar an die Hohensteiner Längsverwerfung, deren Sprunghöhe demnach hier nur etwa 250 m beträgt.

Quer zur Hohensteiner Längsverwerfung verlaufen zahlreiche NW bis NNW gerichtete Störungen, die eine regelrechte Zerblockung des Gebietes bewirken. Während sich diese Querstörungen am Südrand des Granulitmassivs als gleichsinnig gerichtete Taleinschnitte abbilden, können sie innerhalb der Rotliegend-Ablagerungen meist nur anhand auffälliger lithologischer Wechsel belegt werden. Das markanteste Beispiel eines solchen Querelementes ist die Ursprunger Störung (s. Abb. 2).

Zahlreiche, 1997 im Raum Wüstenbrand dokumentierte Aufschlüsse bestätigten wiederholt, daß das Rotliegend gegenüber dem Schiefermantel des Granulitmassivs in mehreren Staffeln abgesunken ist, von denen einige flach in Richtung Nord, entgegen dem zu erwartenden Einfallen der Rotliegend-Schichten, gekippt wurden (antithetische Kippung).

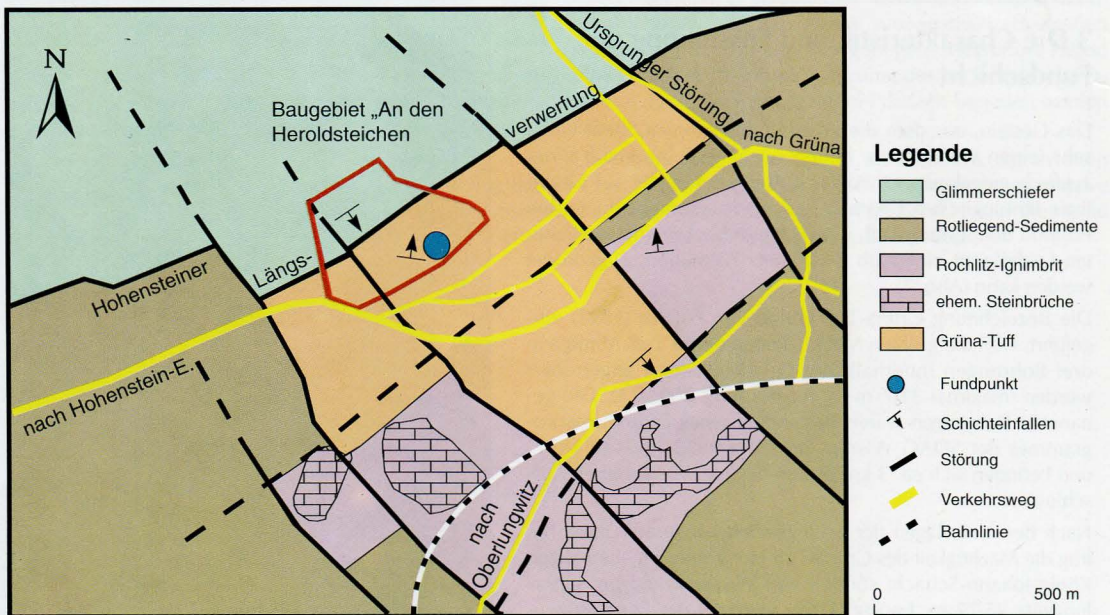
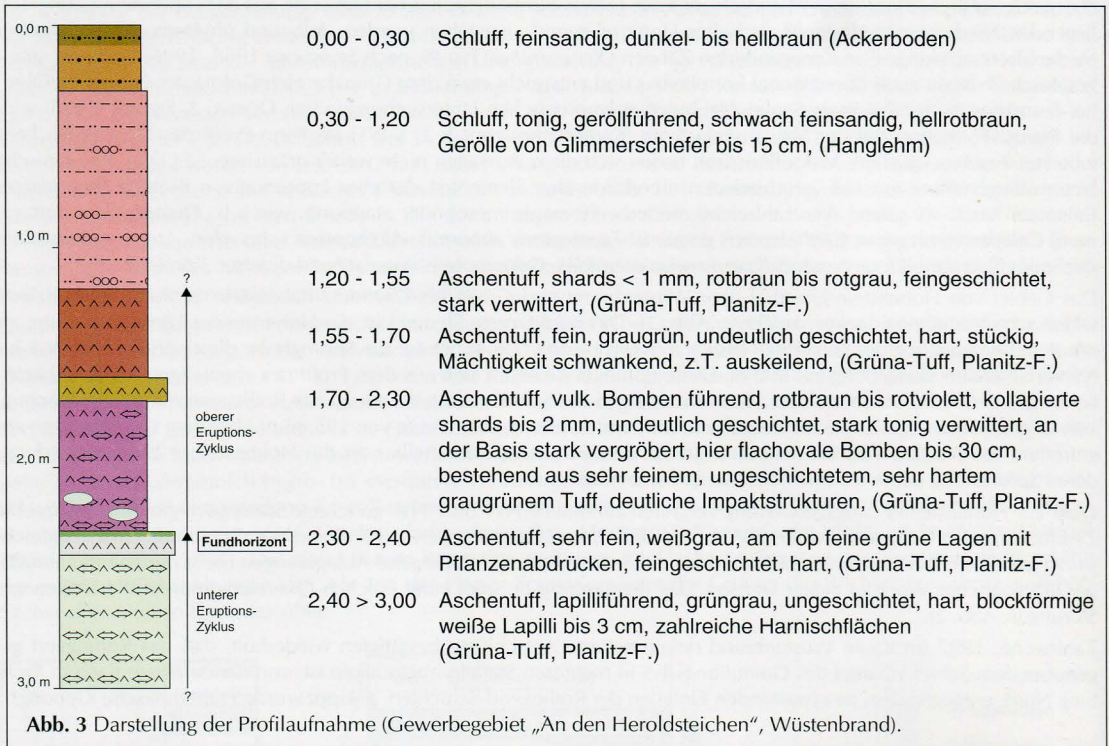


Abb. 2 Vereinfachte geologische Karte vom Untersuchungsgebiet s.str.



3 Die Charakteristik und Entstehung der Fundschicht

Das Gestein, aus dem die Fossilfunde stammen, stellt einen sehr feinen weißgrauen, harten Aschentuff innerhalb einer zyklisch aufgebauten Pyroklastit-Abfolge dar, die auf Grund ihrer lithologischen Charakteristik und regionalgeologischen Position dem Grüna-Tuff, einem heute beckenweit verbreiteten Leithorizont innerhalb der Planitz-Formation, zugeordnet werden kann (Abb. 1).

Die Bezeichnung Grüna-Tuff wurde von FISCHER (1991) eingeführt, weil die größten Mächtigkeiten dieser Tuff-Abfolge in drei Bohrungen innerhalb der Ortslage Grüna angetroffen wurden (maximal 31,7 m in der Bohrung 2006/73). Die genannten Bohrungen waren Bestandteil eines Erkundungsprogrammes der SDAG Wismut im Jahre 1973 (BRÄUER 1977) und befinden sich ca. 3 km östlich des hier vorgestellten Aufschlusses.

Nach den Unterlagen der geologischen Landesaufnahme betrug die Mächtigkeit des Grüna-Tuff-Horizontes im ehemaligen König-Johann-Schacht südlich von Wüstenbrand bei Oberlungwitz 25,77 m. FISCHER (1991) vermutet das Eruptionszentrum des Grüna-Tuffs „...etwas nördlich der heutigen Rotlie-



Abb. 4 Profilausschnitt der aufgeschlossenen Schichtenfolge

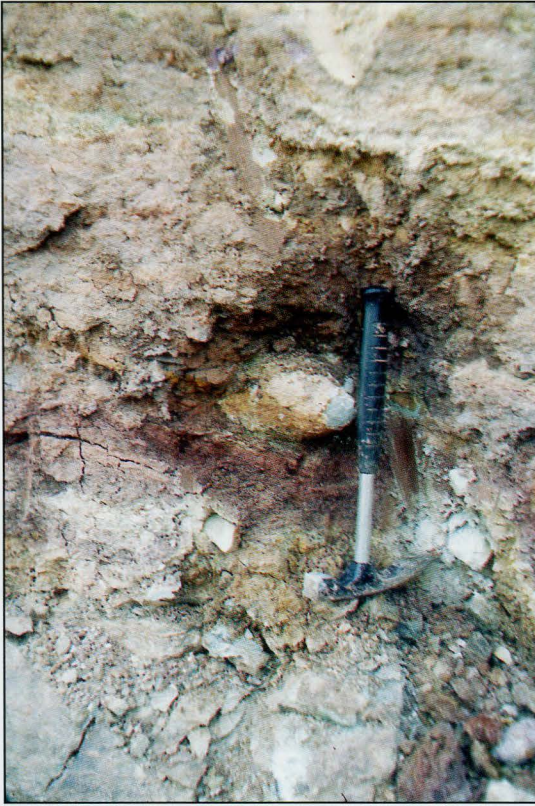


Abb. 5 Vulkanische Bomben bis 30 cm Durchmesser an der Basis des zweiten Ausbruchereignisses dokumentieren die erneute Belebung des vulkanischen Geschehens.

Ausbruchereignisses dokumentiert mit vulkanischen Bomben bis 30 cm Durchmesser (Abb. 5) eine erneute intensive Belebung des vulkanischen Geschehens. Dieser Tuffsequenz ist somit die Erhaltung der Fundschicht und damit die Überlieferung einer bestimmaren Makroflora im eruptionsnahen Bereich des Grüna-Tuffs zu verdanken.

4 Die Florenelemente der Fundschicht

Callipteridium gigas (GUTBIER 1849) WEISS 1870

Abb. 6-8

Auswahl von Synonymen aus dem Untersuchungsgebiet

- 1849 *Pecopteris gigas* n. sp. - GUTBIER: 14, Taf. 6, Fig. 1-3.
- 1858 *Alethopteris gigas* GUTBIER - H.B. GEINITZ: 12, Taf. 1, Fig. 2, 3.
- 1873 *Alethopteris gigas* GUTBIER - E. GEINITZ: 699.
- 1878 *Alethopteris conferta* STERNBERG - ROTHPLETZ: 21.
- 1886 *Callipteridium gigas* GUTBIER - STERZEL: 283-284, Taf. 7, Fig. 4.
- 1893 *Pecopteris (Callipteridium) gigas* GUTBIER var. minor - STERZEL: 127-128.
- 1902 *Callipteridium gigas* GUTBIER - STERZEL: 53.
- 1913 *Callipteridium gigas* GUTBIER - FRANKE in POTONIÉ: Nr. 180.
- 1976 *Callipteridium gigas* GUTBIER - BARTHEL: 106, Taf. 30, Fig. 2-4.
- 1983 *Callipteridium gigas* GUTBIER - BARTHEL in HAUBOLD: 119-121.

gendverbreitungsgrenze im Raum nördlich von Chemnitz-Siegmars. Er erkannte in den von ihm als eruptionsnah eingestufteten Bohraufschlüssen bis zu vier Ausbruchszyklen, wobei nicht auszuschließen sei, daß weitere Zyklen bereits während des Ausbruchsgeschehens wieder erodiert wurden.

Einen Beleg für die Nähe zum Eruptionszentrum lieferte ein Aufschluß im Frühjahr 1997, der sich wenige hundert Meter südöstlich des Baugebietes „An den Heroldsteichen“ befand. Hier wurden an der Basis einer geschichteten Sequenz des Grüna-Tuffs bis 1,30 m große vulkanische Bomben beobachtet. Berücksichtigt man, daß im Ergebnis eines Ausbruches maximal 18 m mächtige Tuffablagerungen entstanden, so kann man aus der Größe der Bomben schlußfolgern, daß sich das zugehörige Eruptionszentrum in weniger als 1 km Entfernung befunden haben muß (FISHER & SCHMINCKE 1984).

Die Einordnung des hier vorgestellten, kurzzeitig aufgeschlossenen Profilausschnittes (Abb. 3-5) in die Abfolge des Grüna-Tuff-Horizontes ist wegen der oben beschriebenen, äußerst komplizierten Tektonik des Gebietes erschwert. Sicher belegt ist, daß hier der Übergangsbereich zwischen zwei vulkanischen Eruptionereignissen plinianischer Charakteristik vorliegt (s. Abb. 3). Welche der vier von FISCHER (1991) ausgehaltenen Zyklen hier im Aufschluß vorlagen, muß offen bleiben.

Das erste, hier dokumentierte Ausbruchereignis hinterließ eine von der Basis zum Top feiner werdende Sequenz, die ihren Abschluß in staubfeinen, eben- bis wellig-horizontalschichtigen, möglicherweise subaquatisch abgesetzten Aschen findet. Die darin eingebettete Makroflora belegt eine Eruptionsruhephase, die zumindest so lange andauerte, daß das Gebiet von höheren Pflanzen besiedelt werden konnte.

Der überlagernde Aschentuff an der Basis des zweiten

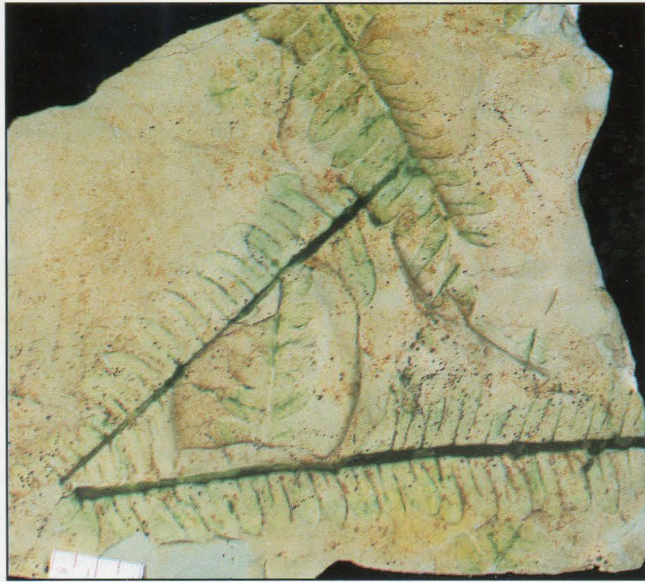
Lectotypus: Original zu GUTBIER (1849, Taf. 6, Fig. 1), MMG Dresden.

Locus typicus: Lichtentanne (Erzgebirge-Becken, „Wildes Kohlengebirge“ der Härtensdorf-Formation).

Weitere Vorkommen: Concordia-Schacht Oelsnitz (Erzgebirge-Becken, „Wildes Kohlengebirge“ der Härtensdorf-Formation); NW-sächs. Vulkanitkomplex: Unterer Tuff von Rüdigsdorf; Becken von Weißig b. Dresden; Döhlen-Becken, Döhlen-Fm.: Liegendes des 4. Flözes; Bannewitz-Fm.: Possendorf; SW Saale-Senke, Manebach-Fm., Goldlauter-Fm., Oberhof-Fm.; Stockheimer Becken, Ilfelder Becken, Schwarzwald/Vogesen, Innersudetisches Becken und Zentalböhmisches Becken/Tschechische Republik, Zentralmassiv/Frankreich, NW Spanien, Portugal).

stratigraphische Verbreitung: vom Oberkarbon (Stefan B) bis in das Unterperm (Assel).

Beschreibung: Insgesamt sehr variable Form, die durch lang-lanzettförmige bis lang-zungenförmige Fiederchen gekennzeichnet ist; benachbarte Fiederchen deutlich miteinander verwachsen; starr und breit, fast rechtwinklig ansitzende Fiederchen; jeweils sehr markanter langer Mittelnerv, von dem im spitzen Winkel von 25-40° die Seitennerven abgehen; Seitennerven mehrfach (bis 3x) in verschiedenem Abstand vom Mittelnerv gegabelt, bogig verlaufend und schräg (60-85°) auf den Fiederchenrand treffend, basal mehrere Nebenadern ausgebildet; Gabelwedel, zweifach gefiedert, mit cyclopteridisch beblättertem Fußstück, Zwischenfiedern an den Achsen vorletzter Ordnung, Fiederachse fein längsgestreift.



6 | 7
8

Abb. 6 *Callipteridium gigas* (GUTBIER 1849) WEISS 1870, isolierte Fiedern letzter Ordnung mit großen zungenförmigen Fiederchen, coll. MiNC F 11074.

Abb. 7 *Callipteridium gigas* (GUTBIER 1849) WEISS 1870, die isolierte Fieder letzter Ordnung in grüner Delessit-Erhaltung zeigt hervorragend die fiederige Nervatur, coll. MiNC F 11061.

Abb. 8 *Callipteridium gigas* (GUTBIER 1849) WEISS 1870, zusammenschwemmte Fiederfragmente letzter Ordnung, coll. MiNC F 11075.

Bemerkungen: Bei der geographisch recht weit verbreiteten Art handelt es sich um ein Vegetationselement, was meso- bis hygrophile Standorte außerhalb der Moore besiedelt hat. Oft ist die Art mit Koniferen- und Cordaitenresten assoziiert. Wie im vorliegenden Fall demonstriert, ist die Pflanze auch als Erstbesiedler von dewastierten Flächen im Zusammenhang mit vulkanischen Eruptionen in Erscheinung getreten. Im Untersuchungsgebiet des Ergebirge-Beckens wie auch im Vulkanitkomplex von NW-Sachsen kommt die Pflanze mehrfach mit *Culmitzschia speciosa* vor.

***Culmitzschia speciosa* (FLORIN 1939) CLEMENT-WESTERHOF 1984**

Abb. 9-10

1849 *Walchia piniformis* STERNBERG - GUTBIER: 23, Taf. 10, Fig. 6.

1864/65 *Voltzia heterophylla* BRONGNIART - GÖPPERT: 232, Taf. 47, Fig. 1.

1869-72 *Walchia piniformis* STERNBERG - WEISS: 179, Taf. 17, Fig. 2.

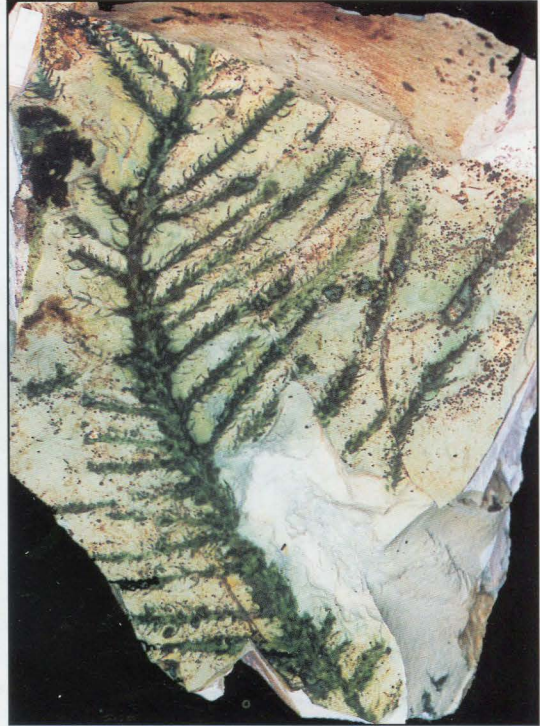
1939 *Lebachia speciosa* n. sp. - FLORIN: 113, Taf. 65/66, Fig. 6-16; Taf. 67/68-71/72; Taf. 73/74, Fig. 1-7.

1976 *Lebachia speciosa* FLORIN - BARTHEL: 117.

1983 *Lebachia speciosa* FLORIN - BARTHEL in HAUBOLD: 101-102, Abb. 61 i.

1986 *Culmitzschia speciosa* FLORIN - VISSCHER et al.: 94.

Typusmaterial: Originale zu FLORIN (1939: 113, Taf. 65/66, Fig. 6-7, Bergakademie Příbram/ČR (heute Vysoka škola banska, Ostrava); Taf. 71/72, Fig. 1-3, Univ. Freiburg i.Br.).



9 | 10
9a

Abb. 9 *Culmitzschia speciosa* (FLORIN 1939) CLEMENT-WESTERHOF 1984, relativ breite Achse vorletzter Ordnung mit beblätterten Seitenzweigen in grüner Delessit-Erhaltung, coll. MfNC F 11066.

Abb. 9a Ausschnitt aus Abb. 9, Originalgröße.

Abb. 10 *Culmitzschia speciosa* (FLORIN 1939) CLEMENT-WESTERHOF 1984, relativ breite Achse vorletzter Ordnung mit beblätterten Seitenzweigen in grüner Delessit-Erhaltung, coll. MfNC F 11065.

Typuslokalitäten: Lebach/Saar und Birkenfeld/Nahe, Saar-Nahe-Senke.

Stratigraphische Position des Typusmaterials: Unterrotliegend (Assel) der Lebach-Subgruppe.

Weitere Vorkommen: Saar-Nahe-Senke (Tholey-Subgruppe), SW Saale-Senke (Gehren Subgr., Manebach-Fm., Goldlauter-Fm.), NW-Sächsischer Vulkanitkomplex (Saalhausen-Fm.), Innersudetisches Becken (Broumov)/ ČR und Boskovičer Furche (Kochov, Zbejšov)/ČR.

Stratigraphische Reichweite: vom Oberkarbon (Stefan) bis in das Unterperm (? Sakmarien).

Beschreibung: Es handelt sich um eine insgesamt recht kräftige Pflanze mit auffallend dicker (10-12 mm) Achse vorletzter Ordnung. Diese ist mit spiralig inserierten, derben Blättern dicht besetzt. Seitenzweige letzter Ordnung bis zu 120 mm lang, einschließlich der Blätter 8-13 mm im Durchmesser; Blätter derb, spiralig inseriert, 5-8 mm lang, dicht übereinanderstehend und S-förmig gebogen, basal breit ansitzend, Blattspitze zur Achse letzter Ordnung parallel bis schwach adaxial eingekrümmt.

Bemerkung: Die Bestimmung der Art konnte aufgrund der rein mineralischen Abdruckerhaltung ohne Blattsubstanz nur durch morphologische Kriterien erfolgen und ist nicht durch den umfassenden Merkmalskomplex der Blattanatomie gesichert.

***Cordaites cf. principalis* (GERMAR 1844) GEINITZ 1855**

Abb. 11, 12

1849 *Culmites arundinaceus* GUTBIER - GUTBIER: 21, Taf. 7, Fig. 3-6.

1855 *Cordaites principalis* GERMAR - H.B. GEINITZ: 41, Taf. 21, Fig. 1, 2.

1873 *Cordaites principalis* GERMAR - E. GEINITZ: 702.

1886 *Cordaites principalis* GERMAR - STERZEL: 32, Taf. 3, Fig. 8; Taf. 8, Fig. 7; Taf. 9, Fig. 1.

1893 *Cordaites principalis* GERMAR - STERZEL: 107.

1918 *Cordaites principalis* GERMAR - STERZEL: 305, Taf. 12, Fig. 122.

1934 *Cordaites principalis* GERMAR - NINDEL: 186.

1964 *Cordaites principalis* GERMAR - BARTHEL: 61.

1976 breitblättrige Cordaiten vom Typ *Cordaites principalis* - *borassifolius* - *palmaeformis* - BARTHEL:121-124, Taf. 43, Fig. 1, 6, 7, 9, 10; Taf. 44, Fig. 1.

11 | 12

Abb. 11 *Cordaites cf. principalis* (GERMAR 1844) GEINITZ 1855, isoliertes Blattfragment, coll. MfNC F 11085, x 0,5.

Abb. 12 *Cordaites cf. principalis* (GERMAR 1844) GEINITZ 1855, isoliertes Blattfragment, coll. MfNC F 11079, x 0,5.



Beschreibung: Es liegen mehrere Blatt-Fragmente bis zu 170 mm Länge und von 25 bis 70 mm Breite vor. Die Basal- und Spitzenregionen sind nicht erhalten. Die Nervatur zeigt 3-5 dünne Stränge zwischen 2 dickeren.

Bemerkungen: Cordaiten gehören mit lokal bedeutendem Anteil zur typischen Rotliegendflora im Untersuchungsgebiet des Erzgebirge-Beckens und besiedelten verschiedene Standorte von echten Mooren, wo sie als Kohlebildner in Erscheinung traten, bis hin zu mesophilen Bereichen. Obwohl die meisten der größeren Dadoxyla den Cordaiten zugeordnet werden, sind die Blätter nur selten anzutreffen. Nur lokal treten dichte Blattstapel in Aschentuff-Lagen auf.

Wie BARTHEL (1976) zum Ausdruck bringt, ist die Unterscheidung verschiedener Arten bei den breitblättrigen Cordaiten äußerst schwierig. Das resultiert zum einen aus den verschiedenen Erhaltungsformen vom Hohldruck bis zum dreidimensional erhaltenen Blatt, zum anderen aus der hohen Variabilität der morphologisch wie anatomisch merkmalsarmen Blätter. Das Typusmaterial von GERMAR (1843) zeigt leider nur Hohlrunderhaltung, die Inkohlung am locus typicus Wettin ist für anschließende Untersuchungen zu hoch. Die morphologische Charakteristik der hier vorgestellten Funde entspricht dem *principalis*-Typ.

Lobopteris sp.

Abb. 13, 14

Die fragmentarische Erhaltung der Fossilreste läßt eine genauere Bestimmung nicht zu. Insgesamt dürften die sterilen und fertilen Fiederreste zur Formgattung *Lobopteris* WAGNER zu stellen sein. In der Sammlung des Museums für Naturkunde Chemnitz sind aus dem „unteren Tuff“ von Chemnitz-Markersdorf zahlreiche Stücke bekannt, die in insgesamt besserer und vollständigerer Erhaltung bislang zu *Pecopteris polypodioides* (PRESL in STERNBERG) NEMEJC gestellt wurden (BARTHEL 1980). WAGNER (1983) trennt davon zusätzlich *Pecopteris geinitzii* GUTBIER ab.

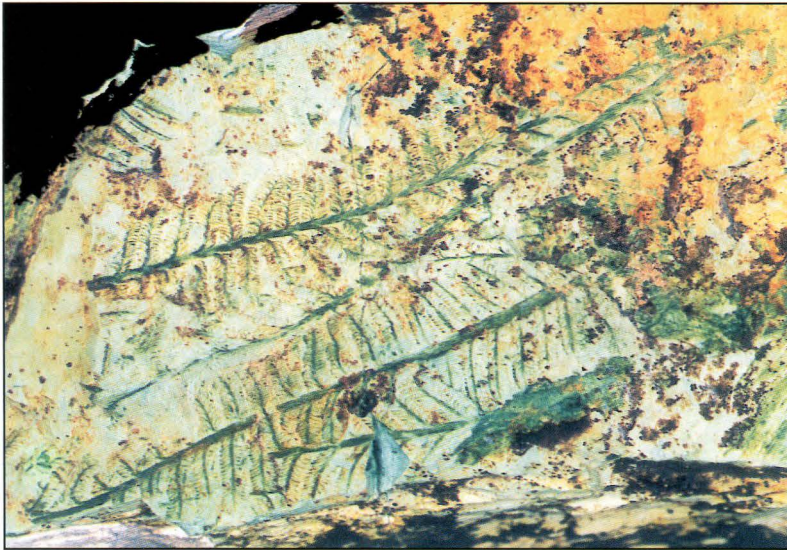


Abb. 13 *Lobopteris* sp., steril, coll. MfNC F 11070.

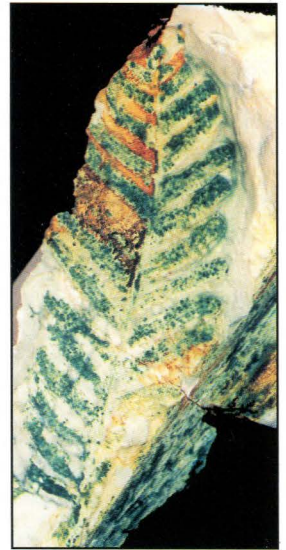


Abb. 14 *Lobopteris* sp., fertil, coll. MfNC F 11071.

5 Die organischen Reste der Planitz-Formation - eine Übersicht

5.1. Flora

Neben den klassischen Florenfundpunkten im Niveau des „unteren Porphyrtuffes“ (Zwickau-Reinsdorf, Zwickau-Planitz) und der hier mitgeteilten Neufunde (Grüna-Tuff, Wüstenbrand), wo die Pflanzen in feinklastischen geschichteten Pyroklastiten und deren Umlagerungsprodukten vorkommen, spielten - lokal begrenzt - auch temporäre Aufschlüsse in der lakustrin-palustrinen Fazies des „Wilden Kohlengebirges“ (Chemnitz, Eubaer Straße) für Pflanzenfunde eine Rolle. Damit dürfte die Flora einen repräsentativen Querschnitt der Vegetation verschiedener Faziesbereiche und edaphische Gegebenheiten bieten. Als weitere Fundorte im Niveau des „unteren Tuffes“ bzw. Grüna-Tuffes wurden Chemnitz-Markersdorf (Feld-Lesesteine, linker Talhang der Chemnitz), Gersdorf (Teutonia-Schacht), Chemnitz (westl. Ebersdorfer Wald), Zwickau-Neudörfel und Chemnitz (rechter Talhang des Bernsbaches) bekannt.

Erste Darstellungen mit mehreren neuen Taxa gehen zurück auf GUTBIER (1835/36, 1849). NINDEL (1934) stellte die Florenfunde von Chemnitz-Markersdorf vor und in BARTHEL (1976a) findet sich die bislang wichtigste Zusammenfassung und Darstellung der Flora der Planitz-Formation.

Die Funde aus den Tuffen weisen einen deutlichen bis dominanten Anteil meso- bis xerophiler Elemente auf, während die palustrine Fazies des „Wilden Kohlegebirges“ im wesentlichen die auch aus anderen Becken bekannten Moor-Elemente beherbergte und konservierte. Wie auch anderenorts beobachtet werden konnte, treten pro Fundschicht jeweils nur wenige Taxa auf. Von den Pecopteriden beispielsweise dominiert oft nur eine Art die einzelne Fundschicht.

Summarisch kann folgende Florenliste für die Fundhorizonte der Planitz-Formation gegeben werden:

- Scolecopteris arborescens* (SCHLOTHEIM 1804) STUR 1883
Scolecopteris cyathea (SCHLOTHEIM 1804) STUR 1883
Scolecopteris candolleana (BRONGNIART 1833) STUR 1883
Pecopteris cf. bredovii GERMAR 1845
Pecopteris sp.
Lobatopteris polypodioides (PRESL in STERNBERG 1833) KNIGHT 1975
Lobatopteris geinitzii (GUTBIER 1849) WAGNER 1983
Senftenbergia sp.
Aphlebia sp.
Hymenophyllites gützoldii (GUTBIER 1849) GEINITZ 1858
Remia pinnatifida (GUTBIER 1835) KERP et al. 1991
Calamites infractus GUTBIER 1835
Annularia carinata (GUTBIER 1849) BARTHEL 1976
Annularia spicata (GUTBIER 1849) SCHIMPER 1869
Annularia sphenophylloides (ZENKER 1833) GUTBIER 1837
Asterophyllites equisetiformis (STERNBERG 1825) BRONGNIART 1828
Calamostachys tuberculata (STERNBERG 1825) WEISS 1884
Calamostachys sp.
Macrostachya carinata (GERMAR 1844) STERZEL 1881
Asterophyllites credneri STERZEL 1879 - ein großer fraglicher Calamiten-Strobilus
Callipteridium gigas (GUTBIER 1849) WEISS 1870
Barthelopteris germarii (GIEBEL 1857) CLEAL & ZODROW 1993
Taeniopteris abnormis GUTBIER 1835
Alethopteris schneideri (STERZEL 1881) BARTHEL 1976
Autunia naumannii (GUTBIER 1849) KERP 1986
Dichophyllum flabellifera (WEISS 1879) KERP & HAUBOLD 1986
Neurocallipteris neuropteroides (GÖPPERT 1836) CLEAL, SHUTE & ZODROW 1995
Odontopteris lingulata (GÖPPERT 1846) SCHIMPER 1869
Cyclopteris sp.
Medullosa stellata COTTA 1832
 breitblättrige Cordaiten: *C. principalis* (GERMAR 1848) GEINITZ 1858
 C. borassifolius (STERNBERG 1823) UNGER 1850
 C. palmaeformis (GÖPPERT 1852) WEISS 1871
Cardiocarpus reniformis GEINITZ 1858
Dadoxylon sp.
Walchia piniformis STERNBERG 1825
Ernestiodendron filiciformis (STERNBERG 1825) FLORIN 1934
Culmitzschia laxifolia (FLORIN 1939) CLEMENT-WESTERHOF 1984
Culmitzschia speciosa (FLORIN 1939) CLEMENT-WESTERHOF 1984
Pterophyllum cottaeanum GUTBIER 1849

5.2 Fauna

Besonders der lakustrine Niederplanitz-Horizont lieferte verschiedene aquatische Faunenreste, die bislang noch unpubliziert sind (SCHNEIDER, mdl. Mitt.). SCHÜPPEL (1984) beschreibt zahlreiche Hydromedusen aus den tuffitischen Ablagerungen der basalen Planitz-Fm. Diese wurden zusammen mit Resten hygrophiler Florenelemente in flachen Tümpeln konserviert. Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand kann folgende Liste tierischer Fossilien mitgeteilt werden:

Medusina atava POHLIG 1892

isolierte Zähne von *Bohemiacanthus* sp. Typ Pl (SCHNEIDER 1996) = *Xenacanthus plicatus*-Typ B sensu SCHNEIDER (1988)

Xenacanthus decheni GOLDFUSS 1847

Acanthodes sp.

Amblypterus sp.

Paramblypterus sp.

Elonichthys sp.

Koprolithen, Anthracosien, Conchostraken

6 Zur Erhaltungsform der Fossilreste

Die besonders einprägsame Erhaltungsform, die die Pflanzen, aber auch o.g. Hydromedusen im hellen Tuff mit einer grünen Oberfläche (Abb. 6-19) zeigt, ermöglicht nicht nur die rasche Wiedererkennung der Stücke - selbst in älteren Sammlungen, sondern gab auch schon oft Anlaß für Überlegungen hinsichtlich ihrer Entstehung.

Die wohl bekannteste Pflanze dieser Erhaltungsform ist *Neurocallipteris neuropteroides* (GÖPPERT 1836) CLEAL, SHUTE & ZODROW 1995 aus Zwickau-Reinsdorf (Abb. 20). Von SCHULTZE (1755), einem Dresdner Arzt und Naturforscher, wurde die fossile Pflanze als *Acatia Aegyptiaca* bezeichnet. Bemerkenswert ist darin die frühe und damals sicher nicht unwidersprochene aktualistische Deutung der Fossilisationsvorgänge (BARTHEL 1976b, 1994). Auch GUTBIER (1849), wohlvertraut mit den Reinsdorfer Pflanzenfossilien, beobachtete recht genau auch taphonomische Besonderheiten und beschrieb die als Ab- und Hohldrücke - z.T. räumlich im Tuff erhaltenen - Florenelemente wie folgt:

„Sie wurde auch dort umhüllt, die Calamiten und sogar manche zarte Farren (bei Reinsdorf) aufrecht an ihren Standorten. Zu einer Verkohlung konnten diese Pflanzen nicht gelangen, sondern es trat bei den Calamiten zum Theil Kalkspath, bei den Annularien, Farren und Walchien eine steatitische Substanz (Pinguit) in die Räume, wo die Pflanze zer setzt wurde, und jene, meist frisch-grüne (seltener graulich-weiße) Masse gab Veranlassung zu der Meinung, daß hier das Blattgrün (Chlorophyll) der Pflanzen noch vorhanden ist. Prüfungen auf Kupfergrün führten zu keinem Resultate; daher mag wohl Eisenoxyd-Oxydul die Ursache der grünen Färbung sein. Mikroskopische Untersuchungen von dergleichen Pinguit haben übrigens dargethan, daß sehr oft die zarteste Pflanzenstructur, das Zellgewebe, noch vorhanden ist, weshalb man sich nicht verwundern darf, bisweilen auch die Fruchthäufchen der Farren so wohl erhalten zu finden. Nur wenige Pflanzen wurden von ihrem ursprünglichen Standorte weiter fortgeführt, in der Fallrichtung der Schichten. Sie finden sich dann umso seltener und umso mehr maceriert, je weiter nördlich man den Felsituff aufgeschlossen hat“.

Es gilt als sicher, daß bereits Mitte des 18. Jahrhunderts die Steinbrüche um Reinsdorf in voller Blüte standen und der Fundhorizont Material für die verschiedensten Sammlungen und Naturalienkabinette lieferte. Später werden auch Funde bei der Hermannsgrube zwischen Vielau und Oberhohndorf (KLÖTZER'scher Steinbruch) und nördlich davon, auf Reinsdorfer Flur, angegeben (BARTHEL 1976a). Vorkommen (gleichzeitig stratum typicum) ist hier der „untere Tuff“ (T₀) der Planitz-Fm. Dieser ist zugleich der artenreichste und bedeutendste Fundhorizont der Planitz-Formation, und durch GUTBIER's Bearbeitung 1849 ist Zwickau-Reinsdorf locus typicus vieler Unterperm-Pflanzen. Doch bereits in GUTBIER (1835) ist ein Teil der sächsischen Rotliegendpflanzen, wie z.B. *Remia pinnatifida* (GUTBIER) KERP et al., *Taeniopteris abnormis* GUTBIER oder *Pterophyllum cottaeanum* GUTBIER (nur als Name) versteckt publiziert. In FREIESLEBEN (1830) wird in Bezug auf *N. neuropteroides* mitgeteilt: „Die grünen Abdrücke erregten besonders ehemals Aufmerksamkeit; insbesondere wird der Abdruck eines vermeintlichen Zweiges von der *Acatia Aegyptiaca*, der in Reinsdorf gefunden und in die königl. Naturaliensammlung gekommen ist, so wie grüne Abdrücke von Farrenkräutern, Frauenhaar und Mauerraute (*Asplenium*) öfters erwähnt...“

Wenngleich die Aufschlüsse um Reinsdorf heute nicht mehr existieren, sind ähnliche Erhaltungsformen im gleichen stratigraphischen Niveau auch von Chemnitz-Markersdorf (NINDEL 1934) bekannt geworden. In den historischen Sammlungen ist das sehr ähnliche Material verschiedener Fundpunkte oft zusammen aufbewahrt, was genauere vegetationskundliche Untersuchungen und Erkenntnisse zu Erstbesiedlern der Substrate sehr erschwert. Nur durch neue Aufschlüsse und horizontierte Aufsammlungen sind diesbezüglich neue Erkenntnisse möglich. Damit gewinnt das vorgestellte Fossilmaterial von Wüstenbrand eine besondere Bedeutung. Hier wird augenscheinlich, daß sich sehr wenige

Arten an der Besiedlung tuffitischer Substrate an einem Ort beteiligten. Es sind häufig solche Gymnospermen anzutreffen, die zu den mesophilen Florenelementen gehören.

Die Form der Überlieferung der Pflanzenreste von Zwickau-Reinsdorf, Zwickau-Planitz, Gersdorf, Chemnitz-Markersdorf und der Neufunde von Wüstenbrand deutet auf eine in situ-Konservierung durch „Aschenregen“ während eines Vulkanausbruches bzw. mehrerer aufeinanderfolgender vulkanischer Ereignisse hin.

Wenngleich die eigenartige, grüne Erhaltungsform seit dem frühen 18. Jahrhundert bekannt ist und über ihre Entstehung nachgedacht und spekuliert wurde, stand bis heute der Nachweis aus, worum es sich bei der grünen mineralischen Substanz handelt, die anstelle der pflanzlichen Gewebe vorliegt. Folgende Untersuchungen wurden zur Klärung des Problems durchgeführt: An einem Rasterelektronenmikroskop JEOL JSM-840a mit energiedispersivem Röntgenspektrometer (KEVEX) wurden mehrere Proben von Pflanzenfossilien in der erwähnten grünen Erhaltungsform bei einer Anregung von 15 keV analysiert.

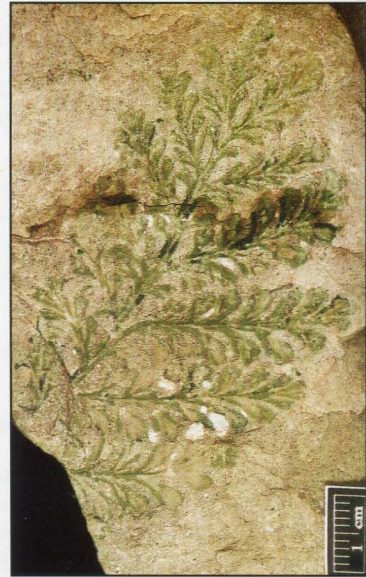


Abb. 15

Autunia naumannii (GUTBIER 1849) KERP 1986, coll. MfNC K 2036, Grüna-Tuff, Teutonia-Schacht Gersdorf, Abb.-Beleg zu STERZEL (1918: Fig. 91).

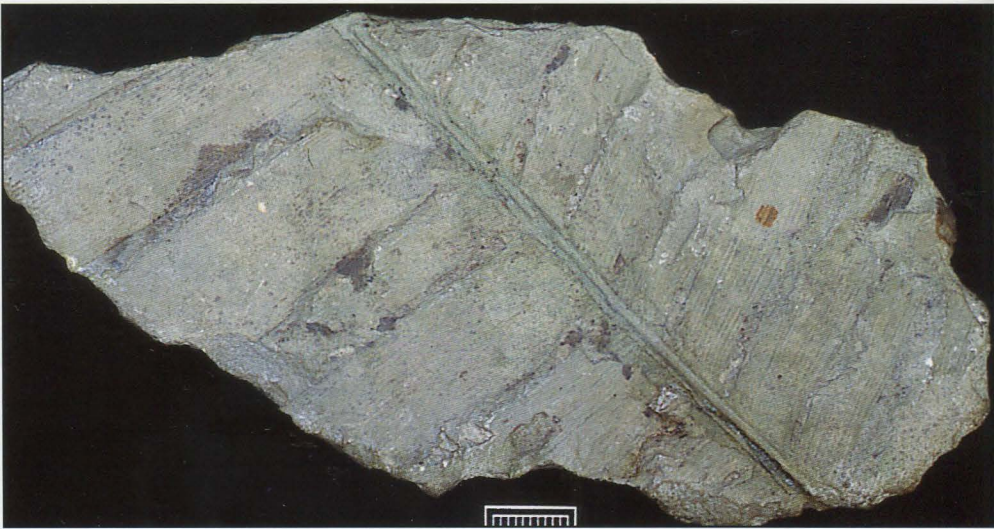


Abb. 16 *Pterophyllum cottaeanum* GUTBIER 1849, coll. MfNC 1800, rechter Hang des Bernsbaches in Chemnitz, Grüna-Tuff, Abb.-Beleg zu STERZEL (1918: Fig. 114).

Die Spektren wurden standardlos quantitativ ausgewertet. Schließlich konnte die Zusammensetzung der mineralischen Substanz des Fossilmaterials mit der des Minerals Delessit (Probe 1) mit folgendem Ergebnis verglichen werden (Tab. 1).

Die Elementspektren der untersuchten Proben:

- 1: mineralische Hohlraumfüllung in Melaphyr-Mandelstein von Niederwürschnitz bei Stollberg
- 2: Pflanzenfossil von Zwickau-Reinsdorf („unterer Tuff“ der Planitz-Fm.)
- 3: Pflanzenfossil von Chemnitz-Markersdorf („unterer Tuff“ der Planitz-Fm.)
- 4: Pflanzenfossil von Wüstenbrand (Grüna-Tuff der Planitz-Fm.)
- 5: Pflanzenfossil Teutonia-Schacht Gersdorf („unterer Tuff“ der Planitz-Fm.)

zeigen auffällige Übereinstimmung.



17	18
19	

Abb. 17
Remia pinnatifida (GUTBIER 1835) KERP et al. 1991, coll. MfNC F 10640, Grüna-Tuff, Planitz bei Zwickau.

Abb. 18
Ernestiodendron filiciformis (STERNBERG 1825) FLORIN 1934, coll. MfNC 1709, Grüna-Tuff, Reinsdorf bei Zwickau.

Abb. 19
Remia pinnatifida (GUTBIER 1835) KERP et al. 1991, coll. SCHRECKENBACH im MfNC 1667, Grüna-Tuff, Reinsdorf bei Zwickau.

Die Angaben wurden gerundet und auf 100 at% bezogen. Kohlenstoff wurde nicht analysiert, weil er als leitfähige Beschichtung aufgebracht wurde. Calcium ist bestenfalls unter 1 at% enthalten, wird aber vom deutlich vorhandenen Kalium überdeckt. Im Falle sehr inhomogenen Materials wurden die Werte mehrerer Analysen (>3) gemittelt.

Element	Delessit	Reinsdorf	Chemnitz Markersdorf	Wüstenbrand	Teutonia-Schacht Gersdorf
Sauerstoff	43	33	36	49	35
Aluminium	14	5	6	9	10
Silizium	31	51	51	29	37
Kalium	4	6	3	5	6
Eisen	5	5	4	6	11
Magnesium	2	0	0	2	1
Kupfer	0,5	0	0	0	0,5
Zink	0,5	0	0	0	0
Summe at%	100	100	100	100	100,5

Tabelle 1

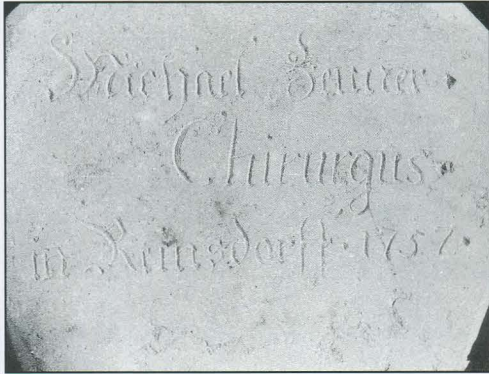
EDX-Analysen verschiedener Proben zum Vergleich der grünen Substanz des Fossilmaterials und Delessit aus einem Rotliegend-Melaphyr von Niederwürschnitz.

Hinter der grünen Substanz, die die Pflanzen innerhalb der hellgrünen Aschentuffe nachzeichnet, verbirgt sich demnach ein äußerst komplex aufgebautes Mineral der Chlorit-Gruppe: Delessit. Es ist insbesondere als Hohlräumeauskleidung von Mandeln in basischen Ergußgesteinen wie z.B. aus verschiedenen Melaphyren auch aus dem Erzgebirge-Becken bekannt geworden. Damit sind wir dem Rätsel der „grünen Pflanzen aus dem Perm“ ein Stück näher gekommen. Dennoch bleibt der Prozeß der Substitution von der organischen Substanz der Pflanzen zur mineralischen Delessit-Erhaltung mit vielen Fragen behaftet. In welchem zeitlichen Rahmen erfolgte die „Permineralisation“? Gibt es Übergangsformen, die den Prozeßverlauf, verschiedene Stadien etc. erhellen könnten?



Abb. 20a

Neurocallipteris neuropterooides (GÖPPERT) CLEAL et al., Unterrotliegend von Zwickau-Reinsdorf, x 0,7; Museum Waldenburg Nat 796.



20b | 21

Abb. 20b

Rückseite des Stückes aus Abb. 20a mit Gravur von 1757.

Abb. 21

Neurocallipteris neuropteroides (GÖPPERT) CLEAL et al., Unterrotliegend von Zwickau-Reinsdorf, Neotypus und Original zu GUTBIER (1849, Taf. 4, Fig. 3), Staatl. Mus. f. Min. u. Geol. Dresden, x 0,5.

**Literatur**

- BARTHEL, M. (1964): Coniferen- und Cordaitenreste aus dem Rotliegenden des Döhlener Beckens. - *Geologie*, **13**: 60-89; Berlin.
- BARTHEL, M. (1976a): Die Rotliegendflora Sachsens. - *Abh. Staatl. Mus. Min. Geol.*, **24**: 1-190, 48 Taf.; Dresden.
- BARTHEL, M. (1976b): Der Dresdner Arzt und Naturforscher CHRISTIAN FRIEDRICH SCHULZE (1730-1775) - ein Wegbereiter der Paläobotanik. - *Sächsische Heimatblätter*, **6**: 263-265; Dresden.
- BARTHEL, M. (1980): *Pecopteris* (*Scolecopteris*)-Arten aus dem Rotliegenden von Manebach in Thüringen. - *Wiss. Z. Humboldt-Univ., Math.-Nat. R.*, **29**, 3: 351-366; Berlin.
- BARTHEL, M. (1983): 3. Die Pflanzenwelt. In: HAUBOLD, H. (Hrsg.): *Die Lebewelt des Rotliegenden*. Die Neue Brehm-Bücherei. S. 63-131; Wittenberg Lutherstadt (A. Ziemsen).
- BARTHEL, M. (1994): Von MYLIUS bis SCHLOTHEIM. Paläobotanische Sammlungen des 18. Jahrhunderts aus Manebach, Thüringer Wald. In: GROTE, A. (Hrsg.): *Macrocosmos in Microcosmo*. Die Welt in der Stube. Zur Geschichte des Sammelns 1450 bis 1800. S. 707-720; Opladen (Leske + Budrich).
- BLÜHER, H.-J. (1964): Bemerkungen zur Grenze Rotliegendes/Granulitgebirgsmantel am N-Rand des Erzbergischen Beckens; Wissenschaftlich-Technische Informationen, **5**, 4: 21-22; Berlin.
- BRÄUER, H. (1977): Die Entwicklung der Liparitformation im Westteil der Nordsächsischen Mulde und im Erzbergischen Becken; unveröff. Bericht; SDAG Wismut, Zentraler Geologischer Betrieb; Grüna.
- CLEMENT-WESTERHOF, J.A. (1984): Aspects of Permian palaeobotany and palynology. IV. The conifer *Ortiseia* FLORIN from the Val Gardena Formation of the Dolomites and the Vicentinian Alps (Italy) with a revised concept of the Walchiaceae (GÖPPERT) SCHIMPER. - *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **41**: 51-166; Amsterdam.
- DÖRING, H. & FISCHER, F. (1995): Sporostratigraphische Korrelation des Rotliegenden der Vorerzbergischen Senke mit dem Permprofil des Donezk-Beckens. - Vortrag zur 23. Jahrestagung des Arbeitskreises f. Paläobot. u. Palynol., 04.-07.05.1995; Dresden.

- EULENBERGER S. (1994): Geologisch-Hydrogeologisches Modell des Untergrundes der Kommunaldeponie „Weisser Weg“ in Chemnitz - Grundlage zur Gesamtgefährdungsabschätzung. unveröff. Diplomarbeit, Geol. Inst. der TU Bergakademie Freiberg; Freiberg.
- FISCHER, F. (1991): Das Rothliegende des ostthüringisch-westsächsischen Raumes (Vorerzgebirgs-Senke, Nordwestsächsischer Vulkanitkomplex, Geraer Becken). unveröff. Dissertation, Bergakademie Freiberg.; Freiberg.
- FISHER, R.V. & SCHMINCKE, H.-U. (1984): Pyroclastic rocks. 472 S.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- FLORIN, R. (1938-45): Die Koniferen des Oberkarbons und des unteren Perms. I-VIII. - *Palaeontographica*, **B**, **85**: 1-729; Stuttgart.
- FRANKE, F. (1913): *Callipteridium gigas*. In: POTONIÉ, H.: Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen. - Lfg. IX, Nr. 180: 5 S.; Berlin.
- GEINITZ, E. (1973): Versteinerungen aus dem Brandschiefer der unteren Dyas von Weissig bei Pillnitz in Sachsen. - N. Jb. Min. Geol. Paläont., **1873**: 691-704; Stuttgart.
- GEINITZ, H.B. (1858): Die Leitpflanzen des Rothliegenden und des Zechsteingebirges oder der permischen Formation in Sachsen. S. 1-28; Leipzig (Wilhelm Engelmann).
- GUTBIER, A. v. (1835): Abdrücke und Versteinerungen des Zwickauer Schwarzkohleengebirges und seiner Umgebungen. 80 S.; Zwickau (G. Richter'sche Buchhandlung).
- GUTBIER, A. v. (1849): Die Versteinerungen des Rothliegenden in Sachsen. 32 S. Dresden und Leipzig (Arnoldische Buchh.).
- LEHMANN, J. & SIEGERT, T. (1902): Erläuterungen zur Geologischen Specialkarte des Königreiches Sachsen, Section Hohenstein-Limbach (Blatt 95), 2. Aufl., 79 S.; Leipzig (W. Engelmann).
- NINDEL, F. (1934): Die Flora des Rothliegenden von Chemnitz-Markersdorf. - Ber. Naturw. Ges. Chemn., **24**: 183-188; Chemnitz.
- ROTHPLETZ, A. (1878): Geologische Specialkarte von Sachsen. Erläuterungen zu Section Frohburg, S. 21.
- SCHNEIDER, J. (1988): Grundlagen der Morphogenie, Taxonomie und Biostratigraphie isolierter Xenacanthidier-Zähne (Elasmobranchii). - *Freiberger Forsch. H.*, **C 419**: 7180; Leipzig.
- SCHNEIDER, J. (1996): Xenacanth teeth - A key for taxonomy and biostratigraphy. - *Modern Geology*, **20**: 321-340; Amsterdam.
- SCHÜPPEL, D. (1984): Abdrücke von Hydromedusen aus dem Unterrotliegenden des Erzgebirgischen Beckens (DDR). - *Freiberger Forsch. H.*, **C 395**: 3846; Leipzig.
- STERZEL, J.T. (1886): Die Flora des Rothliegenden im nordwestlichen Sachsen. - *Palaeontologische Abhandlungen*, **3**, 4: 237-308; Berlin (Georg Reimer).
- STERZEL, J.T. (1893): Die Flora des Rothliegenden im Plauenschen Grunde bei Dresden. - *Abh. Königl. sächs. Ges. Wiss., Math.-phys. Kl.*, **19**: 1-167; Leipzig (S. Hirzel).
- STERZEL, J.T. (1902): Die pflanzlichen Reste des Rothliegenden von Section Hohenstein-Limbach. - In: DANZIG, E. & SIEGERT, T.: Erläut. z. geol. Specialkarte d. Königr. Sachsen, Blatt 95, 2. Aufl., S. 51-55; Leipzig (W. Engelmann).
- TUNGER, B. (1991): Geologische Untersuchungsarbeiten als Grundlage für die Gefährdungsabschätzung der Kommunaldeponie „Weisser Weg“ in Chemnitz. Diplomarbeit, Geol. Inst. der TU Bergakademie Freiberg; Freiberg.
- VISSHER, H.; KERP, J.H.F. & CLEMENT-WESTERHOF, J.A. (1986): Aspects of Permian palaeobotany and palynology. VI. Towards a flexible system of naming Palaeozoic conifers. - *Acta Bot. Neerl.*, **35**: 87-99; Amsterdam.
- WEISS, C.E. (1870): Studien über Odontopteriden. - *Z. Dt. geol. Ges.*, **22**: 853-888; Berlin.