

**B E R I C H T E D E R N A T U R F O R S C H E N D E N
G E S E L L S C H A F T D E R O B E R L A U S I T Z**

Band 11

Ber. Naturforsch. Ges. Oberlausitz 11: 57-76 (2004)

ISSN 0941-0627

Manuskriptannahme am 20. 1. 2004
Erschienen am 1. 9. 2004

Vorträge zur 13. Jahrestagung der Naturforschenden Gesellschaft der Oberlausitz am 1. März 2003 in Görlitz

**Die Braunkohlenlagerstätte Berzdorf –
Geologie, geologische Substrate und Paläobotanik**

Mit 11 Abbildungen

Den Oberlausitzer Paläobotanikern Herrn Prof. Dieter H. Mai zum 70. und
Herrn Prof. Harald Walther zum 75. Geburtstag gewidmet.

Von OLAF T I E T Z und ALEXANDER C Z A J A

Abstract

From the brown coal opencast mine Berzdorf in Upper Lusatia (Saxony) the rocks and sediments, their geological age and the discoveries from fossil macro- and micro-plants are described. Geological accompanying investigations were able to locate 68 fossil localities of plants at the lithostratigraphic profile from Berzdorf. Lithological investigations characterizes the so called silt syncline (the main dirt band) as the main discovery bed for fossil plants.

After K/Ar isotopic ages from three basalt samples and the fossil macro-plants it is possible to date all important rocks and sediment beds from the opencast mine Berzdorf. After these results, the tectonic basining with basalt volcanism began at the border of Lower/Upper Oligocene and was finished with youngest Tertiary sediments at the early Middle Miocene. The brown coal building developed over a time from 7 Million years.

Varied floras are described, evaluated biostratigraphically, paleoecologically and paleoclimatically and compared with adjacent deposits of Middle Europe. For the first time, the obtained research results make it possible to correlate directly an isolated and until now not surely dated brown coal deposit of the Upper Lusatia with the dated deposits of the Lower Lusatia.

Besides the new described species of *Ilex*, *Primula*, *Moehringia* and *Juglans* the genera like *Chionanthus*, *Hemiptelea* and *Eichhornia* were proved which have been until now unknown from the East German miocene. With a spectrum of all in all 300 taxa from 170 genera, Berzdorf is by far the most varied plant-finding place in Europe.

1. Einführung

Bis 1995 war der Braunkohlentagebau Berzdorf der letzte große Tagebau der Lausitz, der paläobotanisch, aber auch sedimentologisch kaum untersucht war. Neben unveröffentlichten Berichten lag jedoch eine artenreiche karpologische Aufsammlung von MAI aus den 60er und 70er Jahren des letzten Jahrhunderts vor, die der Autor erst 2000 in seiner Monographie der Floren der Spremberger Folge veröffentlicht hatte (MAI 2000).

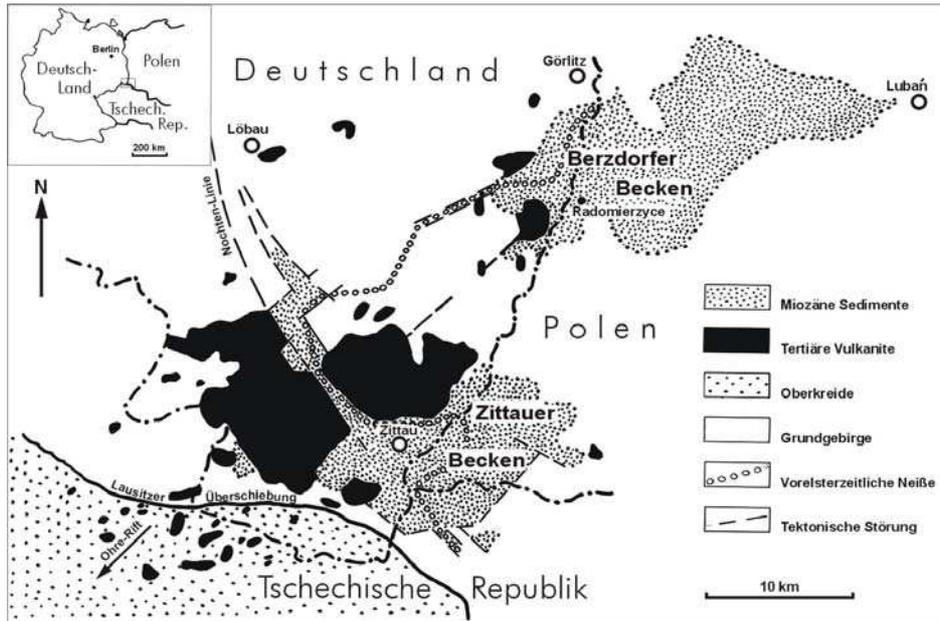


Abb. 1 Lage und tektonische Situation der Tertiärbecken in der Oberlausitz (umgezeichnet nach HIRSCH et al. 1998 und STEDING et al. 1991)

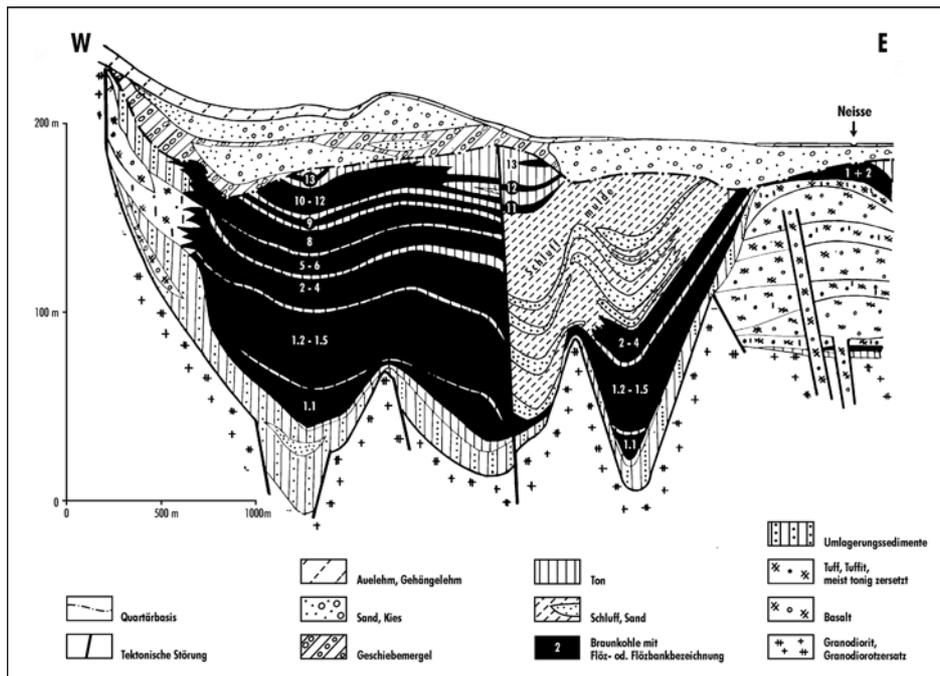


Abb. 2 Geologisch-tektonisches Normalprofil der Braunkohlenlagerstätte Berzdorf (umgezeichnet nach HIRSCH et al. 1998)

Das im Rahmen der 1995 begonnenen Voruntersuchung neu gesammelte pflanzliche Fossilmaterial umfasst Fruktifikationen, Blattfossilien, Hölzer sowie Proben für die Pollenanalyse und wurde (bzw. wird) von sechs Wissenschaftlern interdisziplinär bearbeitet: Blattfossilien (Henriette Jechorek), Hölzer (Martina Dolezych), Pollen und Sporen (Katrín Pribbernow) sowie Früchte und Samen (Alexander Czaja). Ergänzend zu den paläobotanischen Arbeiten wurden sedimentologisch-geologische Untersuchungen durchgeführt (Dr. Olaf Tietz, Dr. Jan-Michael Lange) mit dem Ziel der lithostratigraphischen Einstufung der Fossilfunde und der faziellen Charakterisierung der Fundschichten.

2. Geologie

2.1. Geologische Gliederung und Stratigraphie

Das Berzdorfer Becken befindet sich im südöstlichen Teil Sachsens und hat seine größere Ausdehnung auf polnischem Gebiet, wo es auch als Becken von Radomierzycze bezeichnet wird (Abb. 1). Beide Braunkohleteilbecken werden im Bereich der Neiße durch eine Basalthochlage unterbrochen (Abb. 2). Seine Entstehung verdankt das Berzdorfer (und das weiter südlich gelegene Zittauer) Becken lokalen Graben- bzw. Beckenabsenkungen im Grundgebirge (tektonischer Bildungstyp). Während im polnischen Teil des Berzdorfer Beckens meist nur die beiden ältesten Flözbänke ausgebildet sind, besteht die Lagerstätte Berzdorf im deutschen Teil aus einem mächtigen Flözkomplex mit 13 Kohlebänken (Abb. 3).

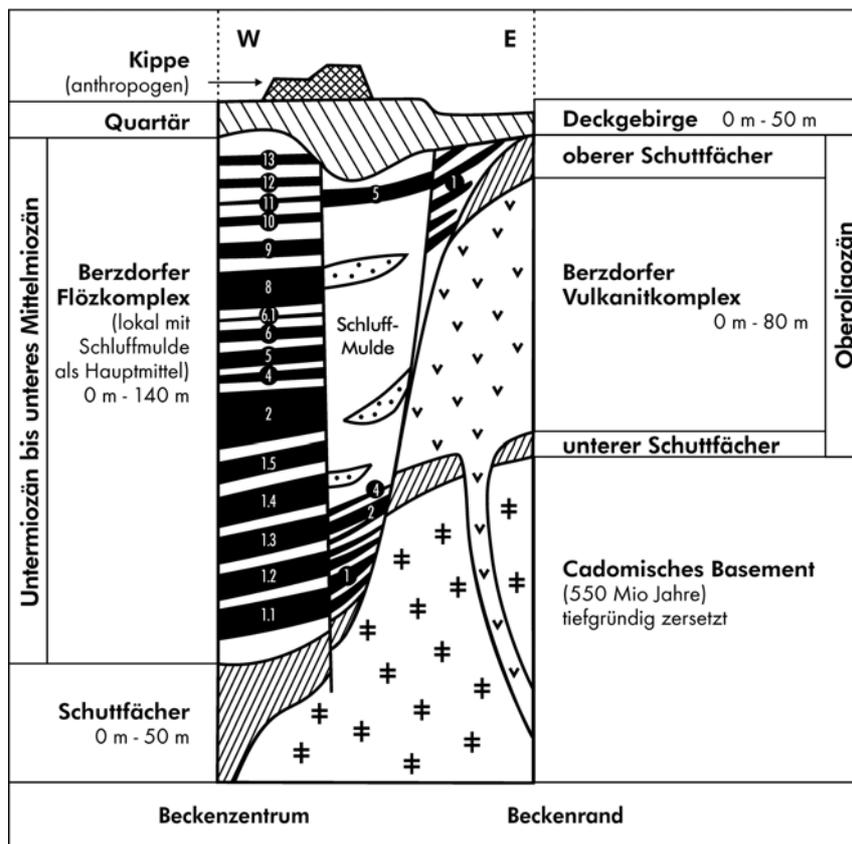


Abb. 3 Profilschema der Lithostratigraphie und Fazies des Berzdorfer Beckens (vereinfacht und modifiziert nach BRÄUTIGAM et al. 1990)

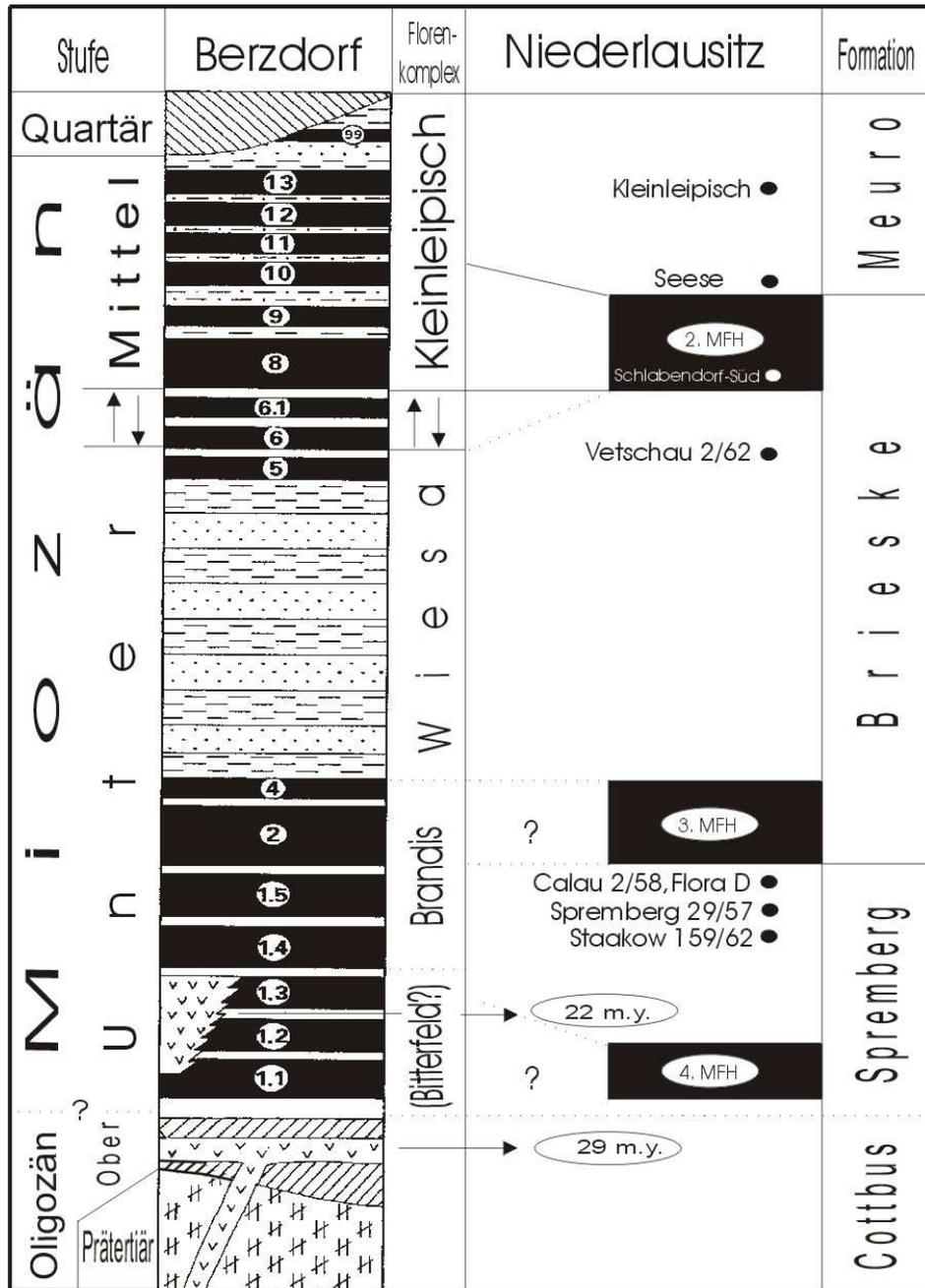


Abb. 4 Korrelation des Berzdorfer Profils mit der Niederlausitzer Flözabfolge. Altersangaben für die Basaltkomplexe aus PUSHKAREV 2000 (Korrelation nach CZAJA 2003)

Die Gesteinsserien des Berzdorfer Beckens gliedern sich vom Liegenden zum Hangenden in das cadomische Basement, den Vulkanitkomplex, den unteren und oberen Schuttfächer, den Berzdorfer Flözkomplex und das quartäre Deckgebirge (Abb. 3). Das Basement wird vom

Lausitzer Biotitgranodiorit, Typ Löbau (SCHUST & WASTERACK 2002) gebildet, der mit etwa 550 Millionen Jahren dem cadomischen Grundgebirge zuzurechnen ist (KRÖNER et al. 1994).

Die känozoischen Sedimente des Lockerdeckgebirges (Tertiär und Quartär) folgen darüber mit großer Schichtlücke. An der Basis treten die Tertiärvulkanite einschließlich pyroklastischer Derivate auf. Zwei frische Basaltproben aus dem Liegenden des Berzdorfer Flözkomplexes erbrachten ein K/Ar-Isotopenalter von $29,2 \pm 1,5$ und $29,3 \pm 1,5$ Millionen Jahre (PUSHKAREV 2000). Diese Alter aus dem Grenzbereich Unter- /Oberoligozän (International Commission on Stratigraphy 2003) dokumentieren das Einsetzen des Basaltvulkanismus und gleichzeitig die tektonische Anlage des Berzdorfer Beckens. Weitere radiometrische Alter aus dem Umfeld des Berzdorfer Beckens (PUSHKAREV 2000) zeigen eine größere zeitliche Reichweite des Tertiärvulkanismus (Landeskronen: 34 ± 2 Millionen Jahre und Jauernick, südöstlicher Ortsausgang: $26,2 \pm 2$ Millionen Jahre). Über und z. T. auch unter den Vulkaniten folgen schlammstromartige Umlagerungssedimente, die sogenannten Schuttfächer. Aus diesen Sedimenten liegen bisher keine Altersdaten vor.

Darüber schließt sich der Berzdorfer Flözkomplex an. Der Beginn der Kohlebildung konnte durch die Datierung einer Basaltdecke, die in der tiefsten Flözbankgruppe 1 erbohrt wurde (Abb. 4), auf 22 ± 2 Millionen Jahren bestimmt werden (PUSHKAREV 2000). Das radiometrische K/Ar-Alter entspricht biostratigraphisch dem unteren Untermiozän bzw. der Aquitan-Stufe (International Commission on Stratigraphy 2003). Das Ende der Kohleentwicklung ließ sich mit Hilfe der untersuchten Pflanzenfossilien, insbesondere der Frucht- und Samenreste, auf das untere Mittelmiozän (Langhe-Stufe) bestimmen (s. Kap. 3.6.), was geochronologisch einer Zeit vor etwa 15 Millionen Jahren entspricht. Damit dauerte die Kohlebildung im Berzdorfer Becken etwa 7 Millionen Jahre an, ein entgegen bisherigen Vorstellungen ungewöhnlich langer Zeitraum.

Nach einer weiteren Schichtlücke beginnen etwa 1 Million Jahre vor heute die eiszeitlichen Ablagerungen des quartären Deckgebirges, wobei das Berzdorfer Becken von dem Skandinavischen Inlandeisgletscher dreimal erreicht und überfahren wurde. Die Pleistozän/Holozän-Grenze (10 000 Jahre vor heute) konnte im Tagebau Berzdorf durch Pflanzenfunde bestimmt werden (TIETZ et al. 2000).

2.2. Die geologischen Substrate und das Normalprofil der Lagerstätte Berzdorf

Die tektonischen Prozesse, die zur Anlage der Lagerstätte Berzdorf führten, wurden durch Rissbildungen innerhalb des Lausitzer Granitmassivs und einem basaltischen Vulkanismus eingeleitet. Vulkanitbildungen treten in der Oberlausitz besonders in der Umrandung der Tertiärbecken von Berzdorf und von Zittau auf. Heute noch sichtbare Vulkanerhebungen im Umfeld des Berzdorfer Beckens bilden im Norden die Landeskronen, im Westen der Schwarze Berg, der Hutberg und im Süden der Hofeberg. Verdeckt im Untergrund treten weiterhin große Vulkanitverbreitungen im Bereich des ehemaligen Kraftwerksgeländes von Hagenwerder, unter der B 99 als Ostbegrenzung des Beckens und im Becken selbst auf. Im Tagebaubereich waren sie besonders an der West- und Ostflanke, so südwestlich von Deutsch-Ossig und südlich von Jauernick-Buschbach angeschnitten worden.

Die anfangs sehr rasch erfolgte Absenkung dokumentieren in der Lagerstätte mächtige Schuttfächer-sedimente, die von den umliegenden Hochgebieten in das Berzdorfer Becken eingetragen wurden. Es handelt sich dabei um schlammstromartige Rutschsedimente, die durch die Umlagerung der tiefgründig verwitterten Granodiorite und Tertiärbasalte entstanden. Unter den subtropisch-feuchten Klimabedingungen der Tertiär- bzw. Braunkohlenzeit wurden alle Silikatminerale in Tonminerale umgewandelt, was eine starke Auflockerung des Gesteinsverbandes bewirkte. Diese chemische Verwitterung erfasste damals alle Silikatgesteine bis etwa 70 m Tiefe. Da die Oberlausitz seitdem Hebungsbereich ist, sind diese Verwitterungsbildungen heute weitestgehend abgetragen. Zusätzlich erleichterte während der Eiszeit eine verringerte Pflanzendecke die Erosion. Lediglich in lokalen Senken, wie in Berzdorf, blieb diese Verwitterungszone, die durch jüngere Sedimentüberdeckungen zusätzlich geschützt wurde, erhalten.

Während des Tagebaubetriebes wurden diese Verwitterungsbildungen besonders an den steilen Beckenrändern, aber auch an den Hochschollen im Beckenzentrum von den Baggern

angeschnitten. Frische Granodiorit- und Basaltgesteine sind dagegen überwiegend aus Erkundungsbohrungen bekannt. Lediglich im aufgeschlossenen Vulkanitkomplex des Baufeldes III und der Rutschung „P“ traten im Untersuchungszeitraum frische Basalte inselartig in den Verwitterungsbildungen auf.

Der verwitterte Granodiorit besitzt eine typische hellgrau grünliche Färbung. Neben unverwittertem grauem Quarz (Quarz ist als Oxid kein Silikatmineral und daher bei der chemischen Verwitterung stabil) enthält das Gestein weißen Kaolin (ehemals grauer Feldspat) und dunkelgrünen Chlorit (ehemals schwarzer Biotit). Das typisch körnige Granitgefüge sowie die rechtwinklige Klüftung sind dagegen erhalten geblieben. Nur durch die letztgenannten Merkmale lässt sich der Granodioritzersatz von umgelagerten Granodioritschutt unterscheiden, was besonders an Bohrmaterial nicht einfach ist.

Die verwitterten Basalte fallen schon von weitem durch kräftig leuchtende Farben auf. Gelbgrüne bis olivgrüne, untergeordnet auch blaue Farben charakterisieren die ehemaligen Basaltdecken, wohingegen rotbraune, violette, rosa und weißgelbe Farben auf ehemalige Tuffe bzw. Tuffite oder Basaltumlagerungssedimente zurückzuführen sind (BÜCHNER 2003). Allerdings können rotbraune Farben auch bei verwitterten Granodioriten bzw. deren Umlagerungsprodukten auftreten (s.u.).

Die beschriebenen Verwitterungsprozesse gingen in Berzdorf lokal bis zur Bodenbildung weiter. Dort, wo die tonig zersetzten Gesteine über den Grundwasserspiegel gelangten, wurde durch Regenwasser die Kieselsäure ausgespült, so dass es zur Anreicherung der metallischen Oxidverbindungen kam, wie SCHWALBE (1975) für das Südfeld des Tagebaues nachweisen konnte. Diese als Laterite bezeichneten Bildungen sind durch oxidische Eisenverbindungen kräftig rotbraun oder violettrot gefärbt, unabhängig davon, ob die Edukte Granodiorite, Basalte oder ein- bzw. mehrfach umgelagerte Verwitterungsbildungen waren. Allerdings konnten durch BÜCHNER (2003) im Nordfeld des Tagebaues Berzdorf reine Laterite nicht nachgewiesen werden. Entweder wurden sie hier später wieder abgetragen oder waren primär nicht ausgebildet.

Mit dem Nachlassen der Beckenabsenkung wurden über den tiefgründig verwitterten Gesteinen und deren Umlagerungssedimenten die „eigentlichen“ Tertiärsedimente abgelagert. Eingeleitet wurde diese Entwicklung mit dem sogenannten Liegendton, einem hellen Kaolinit-Ton (Partikel < 0,002 mm), der durch kohlige Beimengungen auch braun gefärbt sein kann und dann als „Braunkohlenton“ bezeichnet wird. Kaolinit ist ein nichtquellfähiges und sehr reines Tonmineral, welches aus den zu Ton umgewandelten Feldspäten der verwitterten Granodiorite stammt, hier durch Wasser ausgespült wurde und aufgrund der kleinen Korngröße - getrennt von den größeren Quarzkristallen - erst im Beckenzentrum zur Ablagerung kam.

Als sich Absenkung und Sedimentation im Berzdorfer Becken die Waage hielten, setzte die Vermoorung ein. Aus den schnell unter Sauerstoffabschluss gelangten Torfbildungen entwickelte sich über einen langen Zeitraum und über komplizierte bio- und geochemische Prozesse der Berzdorfer Flözkomplex. Da die Absenkung nicht kontinuierlich erfolgte, wurde die Moorbildung immer wieder unterbrochen. Es kam bei Zunahme der Absenkung zur Überflutung der Moore und zu einem verstärkten mineralischen Eintrag aus den umliegenden Hochgebieten. Die Sedimente zwischen den Moorbildungen bestehen überwiegend aus sand- und schluffreiem Kaolinit-Ton, dem sogenannten Kohleton (Seeablagerungen) oder selten aus rinnenartigen Sandeinschaltungen (Flussablagerungen). Diese als Zwischenmittel bezeichneten Unterbrechungen der Kohlebildung gliedern den Berzdorfer Flözkomplex in 13 Flözbänke bzw. Flözbankgruppen und die Flözbank 99 (Abb. 4). Die Hauptkohleträger bilden die untersten Kohleflöze mit den Flözbankgruppen 1 und 2 (Abb. 2), die im Zentrum der Lagerstätte bis 50 m mächtig werden. Insgesamt ist der Berzdorfer Flözkomplex im Durchschnitt 80 m (maximal 140 m) mächtig.

Die Kohlen liegen in Weichbraunkohlenerhaltung vor, mit einem durchschnittlichen Wassergehalt von 55 %, einem Aschegehalt von 10 bis 12 % und einem Schwefelgehalt von 0,7 %, der basal in der Flözbank 1.1 bis auf 2,8 % ansteigt (Werte bezogen auf die grubenfeuchte Kohle, Angaben nach VULPIUS 1997 und BERNER & TIETZ 2002). Typisch für die Berzdorfer Kohle ist ein mit 30 % hoher Anteil an Braunkohlenhölzern, den sogenannten Xyliten. Aus diesem Grund konnte die Kohle nur als Kesselkohle für die Verstromung eingesetzt werden. Eine Brikettierung war weiterhin auch wegen des hohen Humusgelanteils nicht möglich.

Eine Besonderheit der Berzdorfer Kohlen ist die farbliche Bänderung, die besonders in der Flözbankgruppe 1 und der Flözbank 8 durch den Wechsel von gelben und dunkelbraunen Kohlen im cm- und dm-Bereich auftritt. Die gelben Kohlen sind Bitumenkohlen und werden nach neueren Untersuchungen als sekundäre Bildung erklärt (SCHNEIDER 1998). Durch rhythmische Absenkungen des Grundwasserspiegels kam es zu wiederholtem Sauerstoffkontakt im obersten Abschnitt des Torfkörpers und zur raschen Zersetzung der abgestorbenen Pflanzensubstanzen. Dabei wurden die Zellulose- und Humusstoffe gegenüber den stabilen Wachsverbindungen (Wachsschichten der Blätter) stärker abgebaut, wodurch sich die Wachsverbindungen anreichern konnten. Die Zersetzung wurde vor allem durch Pilze, die sogenannten Weißfäuleerreger bewirkt, deren Myzel auch in den gelben Kohlen von Berzdorf nachgewiesen werden konnte (SCHNEIDER 1998). Die dunkelbraunen Kohlen bildeten sich dagegen unter ständigem Wasserabschluss, wodurch hier alle Pflanzensubstanzen in ihren ursprünglichen Verhältnissen in Kohle umgewandelt wurden.

Zum Hangenden hin werden die Flözبانke immer geringmächtiger, wohingegen die Mächtigkeiten der Zwischenmitteleinschaltungen zunehmen. Davon abweichend ist im Ostteil des Tagebaues das Zwischenmittel 4, zwischen Flözbank 4 und 5, mit bis zu 122 m besonders mächtig ausgebildet, weshalb es auch nach seinem charakteristischsten Sedimenttyp von den Berzdorfer Erkundungsgeologen als Schluffmulde bzw. Hauptmittel bezeichnet wird (Abb. 2). Lange Zeit wurde für die Bildung der Schluffmulde aufgrund ihrer z. T. enormen Mächtigkeit und der inkonstanten Verbandsverhältnisse zwischen der Flözbank 1.5 bis 11 ein relativ hoher Zeitumfang angenommen (z.B. HIRSCH et al. 1989 oder VULPIUS 1997). Erkundungsarbeiten zum Baufeld III (BRÄUTIGAM et al. 1990), eigene Kartierarbeiten und vor allem die untersuchte Mikro- und Makroflora belegten, dass es sich bei der Schluffmulde um das Zwischenmittel zwischen der Flözbank 4 und 5 handelt und diese nur einen relativ kurzen Zeitabschnitt innerhalb der Berzdorfer Flözabfolge repräsentiert (Abb. 2, 3 und 4). Durch schnelle und besonders im Westen über Störungen kontrollierte grabenartige Absenkungen kam es zur kurzzeitigen Aufschüttung der Schluffmulde mit Mächtigkeiten, die lokal fast die Maximalwerte des gesamten Flözkomplexes erreichen.

Im Gegensatz zu den anderen Zwischenmitteln treten innerhalb der Schluffmulde keine Kohletone auf. Es dominieren graubraune Schluffe (0,002 bis 0,063 mm), die häufig durch hellere und feinsandigere Laminen eine farbliche Bänderung im mm- bis cm-Bereich aufweisen. In die Schluffe sind Sandkörper eingeschaltet, die eine hellgraue, z. T. auch gelbbraune Färbung besitzen. Neben Sand (0,063 bis 2 mm) kann auch Feinkies (2 bis 6,3 mm) auftreten, der maximal mittelkiesige Gerölle (6,3 bis 20 mm) führt. Die Sandkörper besitzen eine scharfe Begrenzung und eine linsen- oder lagenförmige Kontur mit Mächtigkeiten bis 15 m bei einer Längserstreckung bis 200 m. Lediglich seitlich können über wenige Meter Verzahnungen mit den Schluffen auftreten. Charakteristisch für die Sand-Feinkieseinschaltungen sind ebene Parallelschichtungen und meist planare Schrägschichtungsgefüge.

Für Paläoströmungsuntersuchungen wurden in den Sandkörpern der Schluffmulde über 200 Schrägschichtungsmessungen durchgeführt, deren Auswertung ergab, dass keine eindeutige Orientierung der Schrägschichtungen vorliegt. Die Fließrichtung wechselte ständig (hohe Sinuosität). Bei der getrennten Auswertung einzelner Sandkörper zeigen sich bimodale, meist im Winkel von 90° zueinanderliegende Schrägschichtungsrichtungen, wobei oft eine Richtung vorherrscht (Abb. 5). Auffällig ist der extreme Wechsel dieser Hauptrichtung bei unmittelbar übereinanderliegenden Sandkörpern oder innerhalb einer Sandlage ab 50 m Entfernung. Derartige Fließrichtungsänderungen, gekoppelt mit einer bimodalen Schrägschichtung, sind besonders für mäandrierende Flüsse charakteristisch, bei denen neben der eigentlichen transversalen Schrägschichtung eine senkrecht zur Fließrichtung verlaufende Gleithangschichtung auftritt (FÜCHTBAUER 1988). Eine Reihe weiterer lithologischer und struktureller Kriterien unterstützen die Annahme eines mäandrierenden Flusstyps für die Entstehung der Schluffmulde.

Die fluviatile Genese der Sand-Kieskörper wird durch die Auswertung von 48 Korngrößenuntersuchungen bestätigt (Momentdarstellungen der Siebanalysen). Danach sind marine Einflüsse eindeutig auszuschließen, da stets eine positive Schiefe zwischen 0 und +2 vorliegt

(freundl. mündl. Mitt. Dr. J.-M. Lange, Dresden). Wegen der überwiegend sandigen Korngrößen und der Art und Größe der Schrägschichtungsserien kann eine mäßige bis mittlere Strömung angenommen werden. Die Flusstiefe betrug nach den Größen-Breitenverhältnissen der Sandkörper vermutlich etwa 8 m bei Normalwasserstand.

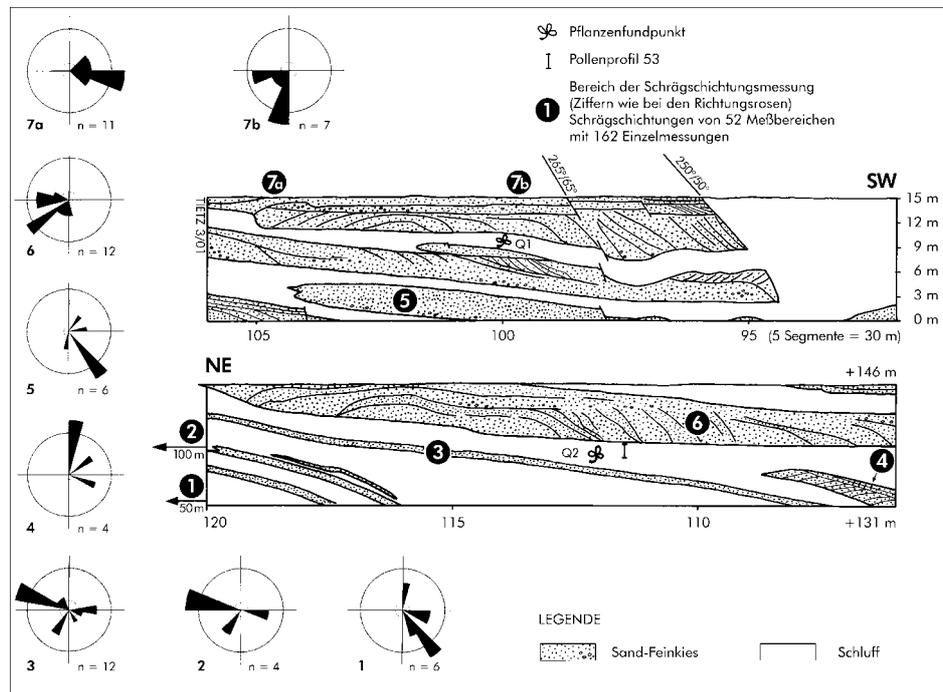


Abb. 5 Ausschnitt aus der geologische Strossenaufnahme der Schluffmulde mit Schrägschichtungsmessungen (Richtungsdiagramme), Tagebau Berzdorf, Baufeld III, 4. Sanierungsschnitt, Segment 92 bis 120, Dokumentation vom 24. 11. und 08. 12. 1999

Für die Ermittlung des Herkunftsgebietes der Flussablagerungen wurde innerhalb der Korngrößenfraktion 4 bis 6,3 mm eine Geröllanalyse durchgeführt. Die vier für die Schluffmulde ausgewerteten Proben führen etwa zur Hälfte Geröllkomponenten, die eindeutig ein südliches bis südsüdöstliches Herkunftsgebiet für das Berzdorfer Flusssystem belegen. So treten peritische Alkalifeldspäte des Rumburger und Riesengebirgsgranites und Schiefer des Iser- bzw. Jeschkengebirges auf. Bisher liegen keine sicheren Beweise für ein Einzugsgebiet südlich des heutigen Kammes des Iser- und Riesengebirges vor (z. B. fehlen Chalcedone, Achate oder verkieselte Rotliegendhölzer aus dem südlichen Riesengebirgsbecken). Gleiches gilt für zwei Proben aus den Zwischenmitteln 9 und 10 im Hangenden der Schluffmulde. Lediglich quantitative Verschiebungen belegen eine Zunahme der südlicheren Komponenten durch den Anstieg der rötlichen Feldspäte (Iser- und Riesengebirgsgranit) und der Schiefer (Jeschken und Isergebirge) gegenüber den blaugrauen Feldspäten und Quarzen des näher gelegenen Rumburger Granites.

Fossile Makroreste von Pflanzen wurden vor allem innerhalb der Schluffmulde gefunden (Abb. 6). Dabei zeigt sich bei den Pflanzenfossilien eine klare, substratabhängige Verteilung. Frucht- und Samenreste treten überwiegend in den rolligen Flusssanden auf. Die Standorte der Pflanzen befanden sich außerhalb des Beckens und deren Organe wurden erst durch den Fluss ins Becken eingetragen. Anders dagegen die Blatt- und Nadelfunde, die nur in den bindigen Schluffen der Seeablagerungen gefunden wurden. Aufgrund ihrer Empfindlichkeit gegenüber großen Transportweiten sind sie nur in den Stillwasserablagerungen erhalten und repräsentieren daher überwiegend die Pflanzen aus dem unmittelbaren Beckenbereich. Diese taphonomischen

Zusammenhänge sind wichtig für die Auswertung der Pflanzenfossilien (s. Kap. 3.7.).

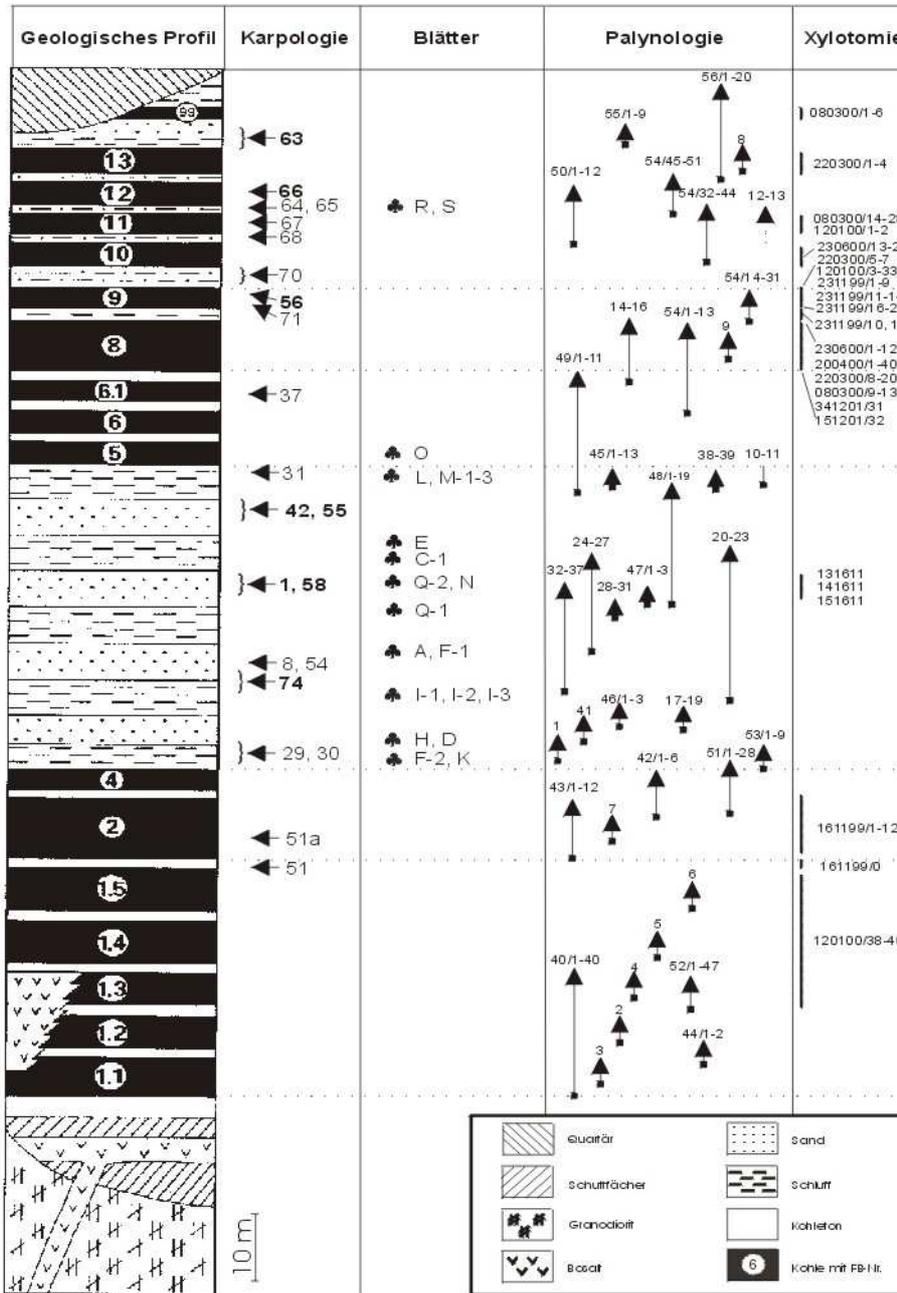


Abb. 6 Stratigraphische Position der paläobotanischen Probennahme-Punkte innerhalb der Berzdorfer Flözabfolge, fett gedruckte Zahlen = karpologische Fundpunkte mit mehr als 70 Arten (aus CZAJA 2003)

Nach den sedimentologischen Untersuchungen lassen sich die unterschiedlichen Sedimentationsräume der Schluffmulde wie folgt rekonstruieren: Die Sand-Kieskörper bilden die eigentlichen Flussrinnensedimente und die randlichen Sand-Schluff-Verzahnungsbereiche die flussparallelen, dammartigen Uferaufschüttungen. Die Schluffe selbst stellen Stillwassersedimente im Hinterland der Flussarme dar, was vor allem durch die rhythmische Bänderung und die autochthone Wasserflora (s. Kap. 3.7.) gestützt wird. Weitere Indizien für den beständigen limnischen Charakter der Schluffsedimente sind das Fehlen von Trockenrissen und Wurzelhorizonten. Durchwurzelungen treten dagegen häufig in den Uferdammsedimenten auf, deren Bildung auf flussrandparallele Galeriewälder zurückzuführen ist.

Der rekonstruierte Ablagerungsraum der Schluffmulde lässt sich sehr gut mit den Verhältnissen in Deltaebenen vergleichen (FÜCHTBAUER 1988, S. 890 ff). Auch hier treten verzweigte und mäandrierende Flussarme auf, die durch schmale und baumbestandene Uferdämme gesäumt werden. Die großen Flächen zwischen den Flussarmen bilden offene Flachwasserbereiche mit großen Schilfgürteln. Charakteristisch für Deltabildungen ist ein isostatisches Einsinken der mächtigen Sedimentaufschüttungen in die Lithosphäre, das die Sedimentation ähnlich kontrolliert, wie die endogene Absenkung des Berzdorfer Beckens.

Das quartäre Deckgebirge ist im Berzdorfer Braunkohlentagebau im Durchschnitt 25 m mächtig, wobei die Mächtigkeit zwischen wenigen Metern bis maximal 70 m schwanken kann. Es wird durch sehr vielfältige Sedimente gebildet. Gegenüber den Tertiärbildungen fällt vor allem das gröbere Korn und die überwiegend dunkle, schmutzige Färbung auf. Beide Unterscheidungsmerkmale sind auf die grundlegend veränderten klimatischen Verhältnisse des Quartärs gegenüber dem Tertiär zurückzuführen. Unter dem arktischen Klima des Pleistozäns (Eiszeit) überwog die mechanische Verwitterung ohne chemische Bleichung der Sedimente bzw. einer Eisenabfuhr. Die Sedimente sind daher typisch erdbraun gefärbt. Auch der Rückgang der Huminsäuren in Boden und Grundwasser und die reduzierte Pflanzendecke bewirkten eine Verringerung der chemischen Verwitterungsprozesse sowie eine Zunahme der Erosion und Umlagerung von Gesteinsmaterial. Da die Silikatgesteine nicht chemisch bis ins Mineralkorn verwittert sind, gibt es auch Steine als Geröllkomponenten. Daher werden die Eiszeitablagerungen z. T. bedeutend grobkörniger als die Tertiärsedimente, deren Gerölle sich nur aus den maximal 1 cm großen Quarzmineralen der granitischen Gesteine zusammensetzen.

Die bekanntesten umgelagerten Gesteine sind die eiszeitlichen Geschiebe, die überwiegend aus Skandinavien und der Lausitz stammen. Besonders die Lokalgeschiebe aus der Oberlausitz können eine Größe von zwei bis drei Meter im Durchmesser erreichen. Es treten auch nordische Geschiebe in Berzdorf auf, die über einen Meter groß sind. Die Geschiebe wurden in Berzdorf hauptsächlich in drei Geschiebemergelhorizonten gefunden (STEDING et al. 1991). Sie treten weiterhin sehr zahlreich in umgelagerten Schmelzwasserkiesen und in den drei pleistozänen Schotterterrassen der Neiße auf. Die Gerölle werden hier im Durchschnitt zwischen 1 und 20 cm groß (Mittelkies bis kleine Steine). Es stehen aber auch feinkörnigere Sedimente an, wie Bändertone und -schluffe der Eisstauseen und Schmelzwassersande. Reine Tone sind dagegen eine Ausnahme. Eines der feinkörnigsten Sedimente bildet der Löß, der als eine z. T. mehrere Meter mächtige Decke den Abschluss der eiszeitlichen Sedimente bildet.

Über den pleistozänen Ablagerungen folgen im Bereich der heutigen Neiße bis zu 4,5 m mächtige holozäne Auelehme, in die lokal sandige bis feinkiesige Flussschotter der Neiße eingeschaltet sind (TIETZ et al. 2000).

3. Paläobotanik

3.1. Einführung

Im Braunkohlentagebau Berzdorf (Oberlausitz) wurden von 1995 bis 2002 intensive paläobotanische Untersuchungen durchgeführt. Von 68 Fundpunkten wurden über 20.000 Frucht- und Samenreste, ca. 4.000 Blätter, etwa 300 Hölzer und 350 Proben für Pollen- und Sporenuntersuchungen geborgen. Alle diese Fundpunkte konnten durch geologisch-sedimentologische Begleituntersuchungen dem Berzdorfer Gesamtprofil zugeordnet werden.

Für die wissenschaftliche Bearbeitung der Pflanzenfossilien wurden folgende Ziele festgelegt:

1. Systematisch-taxonomische Bearbeitung der im Laufe der Untersuchungen neu festgestellten Fruktifikationen, Blattfossilien, Hölzer sowie Pollen und Sporen.
2. Biostratigraphische Einstufung der Fundstelle und Korrelation der Berzdorfer Paläofloren mit gleich alten Floren benachbarter Gebiete.
3. Paläoökologische und paläoklimatische Auswertung.

Abgeschlossen wurde bislang die Bearbeitung der Fruktifikationen (Karpologie). In die vorliegende biostratigraphische und paläoökologische Auswertung sind bereits die ersten Ergebnisse der Xylotomie, Pollenanalyse und der Bearbeitung der Blattfossilien eingeflossen.

3.2 Xylotomie

Bis vor Beginn der Untersuchung war aus Berzdorf an Hölzern lediglich der im Rahmen der Vorarbeiten gefundene Koniferen-Stamm, der als *Taxodioxylon taxodii* GOTHAN bestimmt wurde, bekannt (TIETZ 1997). Nach einer zeitaufwändigen Rekonstruktion wurde dieser 8,6 m lange und etwa 20 Mill. Jahre alte Sumpfyypressen-Stamm im Jahre 2002 in der Vorhalle des Görlitzer City Center Frauentor aufgestellt.

Seit 1998 wurden aus dem Berzdorfer Flözkomplex insgesamt 306 fossile Hölzer geborgen, untersucht und anschließend determiniert. Die Erhaltung des fossilen Materials erlaubte die Bestimmung von 157 Xyliten bis zum Art-Niveau (DOLEZYCH & VAN DER BURGH 2004). Mit *Castanopsis* D. DON., *Cryptomeria* D. DON. und *Taiwania* HAYATA wurden holzanatomisch drei neue Gattungen nachgewiesen, die bislang für Berzdorf durch andere Pflanzenorgane nicht belegt sind. Die Koniferengattung *Cunninghamia* R. BR. ex RICH., die durch Hölzer bislang fossil nicht bekannt war, wird erstmalig anhand von Material aus Berzdorf (und der Niederlausitz) beschrieben (DOLEZYCH & VAN DER BURGH 2004).

Aus den Familien der Sumpfyypressengewächse (Taxodiaceae) und der Zypressengewächse (Cupressaceae) wurden innerhalb der Berzdorfer Flözabfolge folgende Arten bestimmt (DOLEZYCH & VAN DER BURGH 2004):

<i>Cupressinoxylon cupressoides</i> KRÄUSEL	botanische Affinität: <i>Taiwania</i>
<i>Glyptostroboxylon tenerum</i> (KRAUS) CONWENTZ	botanische Affinität: <i>Glyptostrobus</i> oder <i>Cunninghamia</i>
<i>Taxodioxylon gypsaceum</i> (GOEPPERT) KRÄUSEL	botanische Affinität: <i>Sequoia?</i>
<i>Taxodioxylon germanicum</i> (GREGUSS) V. D. BURGH	botanische Affinität: <i>Sequoia</i>
<i>Taxodioxylon taxodii</i> GOTHAN	botanische Affinität: <i>Taxodium</i>
<i>Taxodioxylon cryptomerioides</i> SCHÖNFELD	botanische Affinität: <i>Cryptomeria</i>

Die xylotomischen Befunde wurden mit dem Faziesmodell von SCHNEIDER (1992) verglichen. Unter Einbeziehung der Kutikulen-Untersuchungen von SCHNEIDER (1998) lässt sich innerhalb der Berzdorfer Flözabfolge eine Entwicklung vom eutrophen nährstoffreichen Sumpfmoor (K-Fazies) hin zum nährstoffärmeren Angiospermen-Buschmoor (A-Fazies) nachvollziehen (DOLEZYCH & VAN DER BURGH 2004). Diese mehrphasige Entwicklung repräsentiert die eu- bis mesotrophen Sukzessionsstadien des Waldmoores, dagegen konnten die oligotrophen Hochmoorphasen für Berzdorf nicht nachgewiesen werden.

3.3 Blätterfloren

Ein Schwerpunkt der paläobotanischen Untersuchungen in Berzdorf waren die bereits im Rahmen der Voruntersuchungen und im gesamten Projekt-Zeitraum geborgenen Blattfossilien (Abb. 7 a+b). Im Gegensatz zu den Karpo-Floren wurden bisher aus dem Untermiozän der Lausitz keine größeren Blätterfloren beschrieben.

Generell lagen die Blattfossilien in zwei Erhaltungszuständen vor, die jeweils mit unterschiedlichen Untersuchungsmethoden bearbeitet wurden. Die Blattabdrücke auf insgesamt

708 Toneisensteinplatten konnten anhand morphologischer Merkmale häufig nur bis zur Gattung determiniert werden.

Die in 651 Schluffplatten erhaltenen Blattfossilien erlaubten zusätzlich die Anwendung der Kutikularanalyse, so dass hier das Material meist bis zur Art bestimmt wurde (Abb. 7 a+b). Besonders gut und vollständig in tonigen Schluffen erhaltene Einzelblätter wurden auf Glasplatten montiert (Makropräparate). Dabei handelt es sich einerseits um die laurophyllen Blätter der Formengattung *Laurophyllum*, Licht- und Schattenblätter von *Daphnogene* sowie um die Fagaceae *Trigonobalanopsis rhamnoides* (ROSSMÄSSLER) KVAČEK & WALTHER, die alle aus Sedimenten der Schluffmulde geborgen wurden (JECHOREK 2000). Andererseits konnten aus den schluffigen Zwischenmitteln im hangenden Bereich der Berzdorfer Flözabfolge (Florenkomplex Kleinleipisch) hervorragend mumifizierte Blätter u. a. von *Quercus kubinyi* (KOVATS ex ETTINGSHAUSEN) CZEZCOTT nachgewiesen werden. Insgesamt wurden bisher ca. 4.000 mehr oder weniger vollständig erhaltene Einzelblätter untersucht.

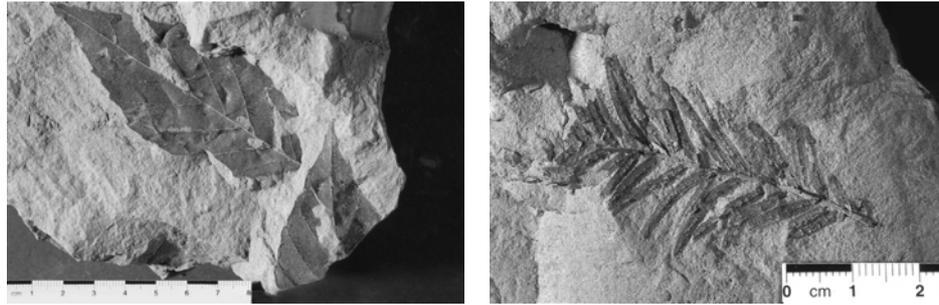


Abb. 7 a+b Schluffplatten mit inkohlten Blattabdrücken von (a) *Alnus* cf. *gaudinii* und (b) *Taxodium dubium*. Zwei typische Vertreter des Sumpfwaldes aus dem Berzdorfer Becken. Tagebau Berzdorf, Fundschicht: Schluffmulde (Zwischenmittel 4 bzw. Hauptzwischenmittel), Stratigraphie: Florenkomplex Wiesa (Untermiozän). Fotos: O. Tietz

Die Artenliste umfasst ca. 40 überwiegend anhand epidermaler Merkmalskomplexe determinierte Taxa, die in vielen Fällen mit den durch die Karpologie festgestellten Gattungen übereinstimmen. Nur durch Blätter belegt sind in der Berzdorfer Paläoflora z. B. Vertreter aus den Gattungen *Smilax*, *Ulmus*, *Osmunda*, *Cedrela*, *Phragmites* sowie die Formengattungen *Daphnogene*, *Laurophyllum* und *Dombeyopsis*. Inzwischen sind weitere Arten, darunter mehrere Farne, nachgewiesen worden, so dass die Zahl der Taxa auf über 40 ansteigt (JECHOREK in prep.).

3.4 Palynologie

Für die palynologischen Untersuchungen standen aus dem Tagebau Berzdorf insgesamt 350 Proben zur Verfügung. Durch 12 Einzelprofile mit jeweils ca. 15 m Umfang konnte nahezu lückenlos die gesamte Berzdorfer Tertiärabfolge erfasst werden. Von der Vielzahl der Proben konnten bis zum jetzigen Zeitpunkt 137 im Labor nach der herkömmlichen Methode mit Flusssäure aufgeschlossen werden. Ausgewertet und fotografisch dokumentiert (Pollen- und Sporenarchiv) wurden bislang nur Proben aus der Schluffmulde, die folgende Familien- bzw. Gattungszugehörigkeit aufweisen (TIETZ & MAI 2001):

Selaginellaceae	<i>Lycopodium</i>	<i>Alnus</i>
Osmundaceae	<i>Magnolia</i>	<i>Tilia</i>
Schizaeaceae	<i>Engelhardia</i>	<i>Liquidambar</i>
Polypodiaceae	<i>Myrica</i>	<i>Quercus</i>
Pinaceae	<i>Carya</i>	<i>Nyssa</i>
Taxodiaceae	<i>Pterocarya</i>	<i>Fagus</i>
Mastixiaceae	<i>Betula</i>	<i>Ilex</i>
Vitaceae	<i>Carpinus</i>	

Darüber hinaus sind die Präparate des Profils 54 aus der Flözbank 6.1 bis 12 (siehe Abb. 6) bereits durchgesehen worden. Im Pollenspektrum macht sich im Profil oberhalb der Flözbank 8 eine deutliche Zunahme von Pollen laubwerfender Arten bemerkbar (z. B. diverse Betulaceen-Pollen, andere tricolporate Pollenformen), was mit den Ergebnissen der karpologischen Untersuchungen aus diesem Profilbereich gut übereinstimmt. Zu ähnlichem Ergebnis kam bereits UHLIG (1989), der in seinem unveröffentlichten Bericht innerhalb der Flözbank 9 einen „klimatischen Umschwung von wärmer nach kühl“ feststellte.

Weitere pollenanalytische Untersuchungen sollen vor allem auf die unmittelbaren Grenzbereiche der Florenkomplexe fokussiert werden, da hier das biostratigraphische Auflösungsvermögen mit Hilfe der Karpologie und der Blätterfloren an Grenzen stößt, zumal hier Makrofossilien bisher nicht lückenlos gefunden werden konnten.



Abb. 8 a+b Ausgewählte Frucht- und Samenreste aus dem Tagebau Berzdorf:

- (a) Vertreter der Mastixiaceae als paläotropisches Leitelement in Berzdorf, v. l. n. r.: *Mastixia lusatica*, *Retiomastixia oertelii*, *Tectocarya elliptica*, *Eomastixia saxonica*, *Diplopanax limnophilus*. Fundschicht: Schluffmulde (Zwischenmittel 4 bzw. Hauptzwischenmittel), Stratigraphie: Florenkomplex Wiesa (Untermiozän),
(b) Zusammenstellung einiger arktotertiärer Leitelemente, v. l. n. r. *Hemitrapa heissigii* (2x), *Hamamelidoidea herrii* (oben), *Distylium uralense* (unten), *Halesia crassa* (5x). Fundschichten: Zwischenmittel 9 bis 13, Stratigraphie: Florenkomplex Kleinleipisch (Mittelmiozän).

Fotos: O. Tietz

3.5 Karpologie

Bereits zu Beginn der Untersuchungen war die Berzdorfer Karpo-Flora (Abb. 8 a+b) die artenreichste Paläoflora der Lausitz und eine der artenreichsten Deutschlands (über 125 Arten nach MAI 2000). Um so überraschender waren die Ergebnisse der im Untersuchungszeitraum durchgeführten Neuaufsammlungen, die 125 Neunachweise umfassten. Damit ist Berzdorf nach Früchten und Samen, Hölzern und Blättern nun mit über 300 Arten die mit Abstand artenreichste tertiäre Pflanzenfundstelle in Europa. Bedeutsam hierbei ist die allein nach karpologischen Belegen ungewöhnlich hohe Anzahl von 159 Gattungen. Bisher sind aus den als sehr fossilreich geltenden Fundstellen wie Wiesa/Oberlausitz, Wackersdorf/Oberpfalz, Cheb-Becken/Westböhmen oder Stare Gliwice/Polen zwischen 130-160 Arten (!) nachgewiesen worden (Abb. 9). Dieses Ergebnis ist auf eine neue Methode der „Vor Ort-Prüfung“, d. h. Schlämmen und Durchsicht der Proben mit Lupe bereits im Aufschluss sowie auf intensive Geländearbeiten zurückzuführen.

Neben neu beschriebenen Arten von *Ilex*, *Primula*, *Moehringia* und *Juglans* beinhaltet die Paläoflora von Berzdorf mehrere Gattungen, die bisher aus dem Miozän Ostdeutschlands nicht bekannt waren (*Chionanthus*, *Hemiptelea*, *Eichhornia*, *Primula* u.a.). Fünf weitere neue Spezies, deren generische Zuordnung noch nicht ermittelt werden konnte, wurden als *Carpolithus* beschrieben. Die bisher in der paläobotanischen Literatur als *Punica antiquorum* (HEER) MAI beschriebenen Samen gehören aufgrund eines Fundes einer vollständig erhaltenen Frucht mit Sicherheit nicht zur Familie der Punicaceen (CZAJA 2003).

Gattungen wie *Disanthus*, *Parabaena* und *Acanthopanax*, die aus Jüngerem Mastixioideen-Floren anderer Gebiete bekannt waren, sind für die Lausitz in Berzdorf zum ersten Mal nachgewiesen worden. Bemerkenswert sind ebenfalls zahlreiche Funde von Pflanzenarten, die bisher nur aus wenigen Fundstellen in Europa, oft in bruchstückhafter Erhaltung, vorlagen. Zu nennen wären hier vor allem Vertreter der Familien der Rutaceen (*Phellodendron*, *Toddalia*, *Zanthoxylum*), Styracaceen (*Halesia*), Xyridaceen (*Xyris*), Caryophyllaceen (*Stellaria*, *Moehringia*), Marsileaceen (*Marsilea*), Hamamelidaceen (*Parrotia*), Asclepiadaceen (*Cynanchum*), Cephalotaxaceen (*Cephalotaxus*) u. a..

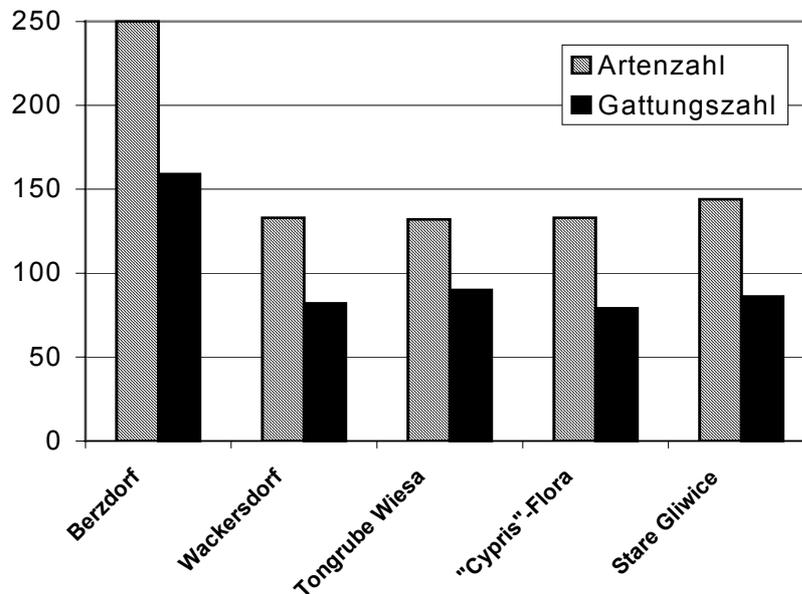


Abb. 9 Vergleich der Gattungs- und Artenzahl einiger ausgewählter karpologischer Paläofloren Mitteleuropas: Berzdorf/Oberlausitz, Wackersdorf/Oberpfalz, Wiesa/Oberlausitz, Cypris-Schichten-Flora/Nordwest-Böhmen, Stare Gliwice/Polen (aus CZAJA 2003)

Nicht weniger wichtig als die Gattungsvielfalt ist der hervorragende Erhaltungszustand sowie die Menge des gesammelten Fossilmaterials, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt ca. 20.000 Exemplare beträgt. Einerseits erhöht eine große Population die Sicherheit der Determination der Fossilien, andererseits ermöglicht sie eine statistische Auswertung hinsichtlich der Abundanz einzelner Taxa innerhalb der jeweiligen Flora. Somit liegen nun aus unterschiedlichen Horizonten des Berzdorfer Profils (siehe Abb. 6) mehrere arten- und individuenreiche Florenfundpunkte vor, die sowohl biostratigraphische als auch paläoökologische Interpretationen ermöglichen. Sechs Florenfundpunkte, die vertikal einen großen Teil des Gesamtprofils erfassen, weisen jeweils mehr als 70 Arten auf, und waren somit für die neue biostratigraphische Einstufung der Fundstelle Berzdorf ausschlaggebend. In wenigen Ausnahmefällen liegen nur Einzelfunde vor (*Juglans*, *Marsilea*, *Disanthus*).

Besondere Bedeutung wurde auf eine möglichst bis zum Art-Niveau gehende Bestimmung des fossilen Materials gelegt.

Die im Zeitraum des Projektes durchgeführten karpologischen Untersuchungen, die ihren Abschluss in Form einer monographischen Bearbeitung der Früchte und Samen aus dem Braunkohlentagebau Berzdorf fanden (CZAJA 2003), machen die Fundstelle zu einer der karpologisch am besten untersuchten Lokalitäten in Europa.

3.6. Biostratigraphie und Alterskorrelation

Bis vor Beginn der Untersuchung wurde die gesamte Fundstelle aufgrund karpologischer Belege in das obere Untermiozän eingestuft (Florenkomplex Wiesa nach MAI 1995, 2000).

Nur durch vorangehende detaillierte geologische Kartierungen und die Auswertung von über 1.000 geophysikalisch vermessenen Bohrungen konnten die einzelnen Floren-Fundpunkte vertikal dem Berzdorfer Gesamtprofil zugeordnet und somit in ihrer zeitlichen Entwicklung erfasst werden (Abb. 6).

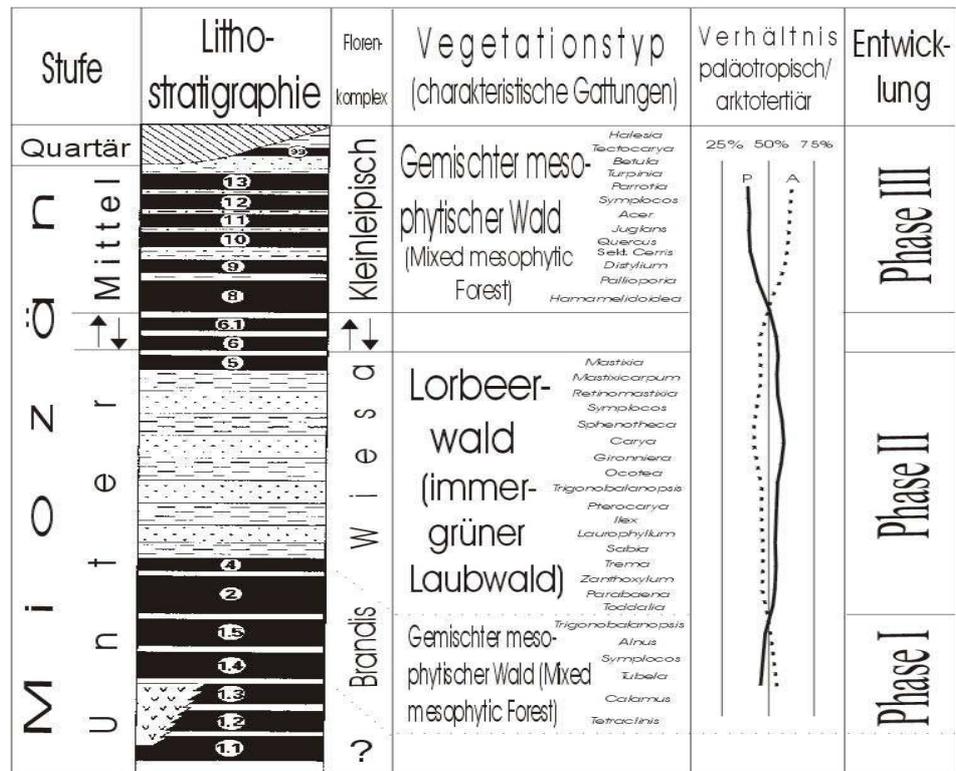


Abb. 10 Graphische Darstellung der Entwicklung der Vegetation für das Berzdorfer Profil. A = arktotertiäres Geoflorenelement, P = paläotropisches Geoflorenelement. Legende Lithostratigraphie siehe Abb. 6 (aus CZAJA 2003)

Als wichtigstes Ergebnis dieser Untersuchungen lässt sich festhalten, dass in Berzdorf nach der auf pflanzengeographischer Grundlage basierenden Auswertung der Floren-Fundpunkte drei eigenständige Paläofloren-Komplexe vorkommen (CZAJA 2003, sowie Abb. 4). Die Florenkomplexe Wiesa (Abb. 8 a) und Kleinleipisch (Abb. 8 b) belegen paläofloristisch beispielhaft vor allem den speziell in terrestrischen Ablagerungen Mitteleuropas schwer fassbaren Übergang vom Unter- zum Mittelmiozän. Charakteristisch ist hierbei die Abnahme zahlreicher paläotropischer, wärmeliebender Florenelemente bei gleichzeitiger Zunahme arktotertiärer Sippen in Floren oberhalb der Flözbank 8 (Abb. 10). Weiterhin wurde im Profil zum Hangenden hin eine deutliche Erhöhung von Pflanzen mit krautiger Wuchsform (viele Urticaceen, Cyperaceen) festgestellt. Dieser floristische Wechsel ist im Berzdorfer Profil durch Blätterfloren (JECHOREK in prep.), palynologische Befunde (UHLIG 1989, TIETZ & MAI 2001) und besonders deutlich durch Fruktifikationen belegt. Erstmals wurden in Berzdorf anhand von Fruktifikationen auch die basalen Sedimente zeitlich eingestuft. Die ermittelte Paläoflora aus 42 Pflanzenarten gehört

zeitlich mit hoher Wahrscheinlichkeit in den Florenkomplex Brandis. Für eine sichere Einstufung dieser Sedimente ist aber eine höhere Artenzahl notwendig, so dass künftige, vor allem palynologische Untersuchungen diese Alterseinstufung präzisieren sollen.

Wichtig für die genaue biostratigraphische Einstufung der Berzdorfer Tertiär-Abfolge war eine Korrelation mit Niederlausitzer Profilen. Entscheidend hierbei war die Korrelation der Flözbank Nr. 8 (FB 8) in Berzdorf mit dem 2. Miozänen Flözhorizont (2. MFH) der Niederlausitz (Abb. 4). Dieser 2. MFH, der in der Lausitz eine flächenmäßig weite Verbreitung aufweist, besitzt als stratigraphischer Marker eine große regionale Bedeutung. Mit Hilfe der Dinozysten-Zonierung nach STRAUSS (1991) ist eine Anbindung großer Teile der Niederlausitz an die weltweit verbreiteten marinen Nannoplankton-Zonen möglich. Da in Berzdorf jedoch keine marinen Fossilien auftreten bzw. eine marine Beeinflussung bisher nicht nachgewiesen werden konnte, mussten für die Korrelation andere biostratigraphische Methoden herangezogen werden.

Wichtig hierbei waren hauptsächlich Horizonte mit Karpo-Floren, die in ihrem Artenbestand direkte Parallelisierungen mit Paläofloren benachbarter Gebiete Polens sowie vor allem mit den marin verzahnten und daher stratigraphisch sicher dokumentierten Niederlausitzer Fundstellen zuließen. Alle Berzdorfer Karpofloren-Fundpunkte oberhalb der FB 8 weisen eine bis zu 90%ige Übereinstimmung auf Art-Niveau mit Niederlausitzer Floren des Florenkomplexes Kleinleipisch, die sich oberhalb (bzw. innerhalb der einzelnen Teilbänke) des 2. Miozänen Flözhorizontes befinden, auf (MAI 2001). Demgegenüber sind in Berzdorf die Florenfundpunkte unterhalb der FB 8 durch extrem laurophylle, wärmeliebende Florenelemente wie *Eichhornia*, *Gironniera*, *Sabia*, *Meliosma*, *Toddalia*, viele Lauraceen, Symplocaceen und Mastixiaceen (Abb. 8 a) charakterisiert, die typisch für zahlreiche Floren des oberen Untermiozäns (Florenkomplex Wiesa) sind. Derartige Paläofloren, die das klimatische Wärmeoptimum im Neogen Europas repräsentieren und von MAI (1995, 2000) ausführlich charakterisiert wurden, sind aus der Niederlausitz nur unterhalb des 2. MFH bekannt. Für den karpologisch belegten floristischen Wechsel oberhalb der FB 8 fanden sich ebenfalls die im Kap. 3.4. bereits erwähnten palynologische Hinweise.

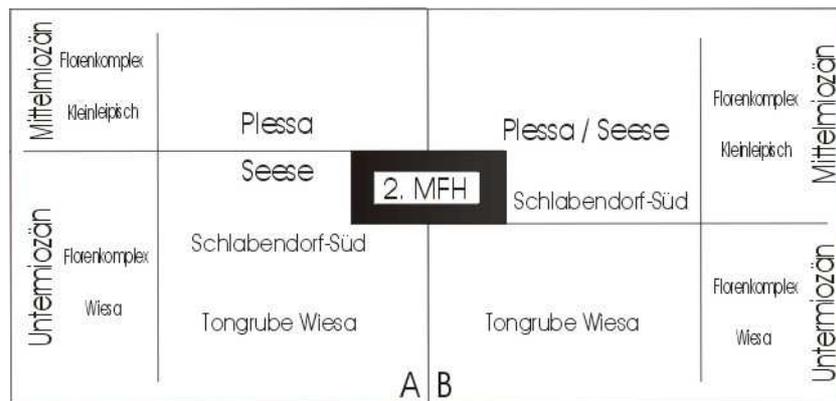


Abb. 11 Biostratigraphisches Gliederungsschema des Grenzbereiches Unter-/Mittelmiozän der Lausitz. A: nach MAI (2000, 2001), B: neu (aus CZAJA 2003)

Gegenüber den Ergebnissen der Karpologie, die für die Parallelisierung der FB 8 mit dem 2. MFH indirekte Hinweise lieferte (Paläofloren unter- bzw. oberhalb der FB 8), sind mit Hilfe der Xylotomie und der Kohlenpetrographie direkte Korrelationen der beiden Flözhorizonte möglich. Wichtig hierbei ist der nur innerhalb der FB 8 nachgewiesene „*Cunninghamia*-Horizont“, der mit hoher Wahrscheinlichkeit zeitlich einem der beiden „*Cunninghamia*-Horizonte“ des 2. MFH der Niederlausitz entspricht (DOLEZYCH & VAN DER BURGH 2004).

Auch das Vorkommen von Faserxylyt kann für die Korrelation von Flözbänken entscheidend sein. Nach SCHNEIDER (1998) ist das Auftreten (bzw. Fehlen) von Faserxylyt in den

flözführenden mitteleuropäischen Miozänprofilen ein Merkmal von stratigraphischer Aussagekraft. So ist der 2. MFH der Niederlausitz und die FB 8 in Berzdorf durch das Vorkommen von Faserxylit charakterisiert. Dieser kohlenpetrographische „Inkohlungssprung“ innerhalb zahlreicher mitteleuropäischer Flöze, der in der Berzdorfer FB 8 in Form langfaseriger Stubben- und Stammxylit-Reste bereits makroskopisch auffällig ist, befindet sich stratigraphisch an der Basis des Mittelmiozäns („Cellinite death line“ nach SCHNEIDER 1998).

Von überregionaler Bedeutung ist die Präzisierung des von MAI (1995, 2000) definierten Florenkomplexes Wiesa-Eichelskopf. Durch die Untersuchungsergebnisse am Berzdorfer Profil konnte dieser Florenkomplex, der zahlreiche mitteleuropäische Paläofloren des oberen Untermiozäns beinhaltet, modifiziert und in seinem stratigraphischen Umfang reduziert werden (Abb. 11). Das für diesen Zeitabschnitt nahezu lückenlos mit Makrofossilien belegte Profil von Berzdorf konnte zeigen, dass die isolierte Paläoflora aus der Bohrung Schlabendorf-Süd vom Florenkomplex Wiesa abgetrennt werden muss. Sie enthält viele kühlere Florenelemente, die in Berzdorf nur oberhalb der Schluffmulde auftreten und somit erst der Klimadepression nach dem Florenkomplex Wiesa zuzurechnen sind. Durch diese Korrektur rutscht die anhand der Landpflanzen definierte Unter-/Mittelmiozängrenze nach unten, d. h. an die Basis des 2. MFH der Niederlausitz und entspricht somit der nach marinen Leitfossilien bereits erfolgten Grenzziehung von STRAUSS (1991).

Die erzielten biostratigraphischen Ergebnisse verleihen dem aus drei Florenkomplexen bestehenden Berzdorfer Profil für die Rekonstruktion der Vegetationsentwicklung des Zeitraumes des Miozäns innerhalb der mitteleuropäischen Region eine Schlüsselrolle. Keine andere Lokalität mit tertiären Pflanzenresten in Europa weist innerhalb eines geschlossenen Profils eine so dichte Abfolge von artenreichen Fundpunkten auf.

3.7. Vegetationstypen und Paläoklimatologie

Insgesamt wurden in den Berzdorfer Paläofloren sieben Vegetationstypen festgestellt, die sich durch das Vorkommen folgender Gattungen bzw. Familien auszeichnen:

1. Lorbeerwald

Lauraceen (*Cinnamomum*, *Daphnogene*, *Ocotea*, *Sassafras*), immergrüne Fagaceen (*Trigonobalanopsis*), Theaceen (*Eurya*, *Ternstroemia*), artenreiche Lianenschicht mit *Actinidia*, *Parabaena*, *Sabia*, *Smilax*, *Toddalia*, *Ficus* und Vitaceen.

2. Gemischter mesophytischer Wald

Acer, *Alnus*, *Betula*, *Cercidiphyllum*, *Hemiptelea*, *Juglans*, *Ocotea*, *Symplocos*, *Trema* sowie die ostasiatischen Relikt-Koniferen *Cephalotaxus*, *Cunninghamia*, *Taiwania* und *Cryptomeria*.

3. Bruch- und Sumpfwald

Nyssa – Taxodiaceen (*Glyptostrobus*, *Taxodium*) – Sumpfwald mit *Alnus*, *Betula*, *Myrica*, Ericaceen; Krautschicht aus Cyperaceen, Lythraceen und Urticaceen.

4. Flussauenwald

Liquidamba, *Salix*, *Populus*, *Acer*, *Ulmus*, *Carya*; Strauchschicht aus *Paliurus*, *Rubus*, *Sambucus*, *Cephalanthus*, *Swida*; Lianen mit *Smilax*, *Toddalia* und Vitaceen; Krautschicht besonders aus *Decodon*, *Microdiptera*, *Hypericum*, Zingiberaceen und Farnen.

5. Submersen-Gesellschaften

Potamogeton, *Ceratophyllum*, *Proserpinaca*.

6. Flachwasser-Schwimmblattgesellschaften

Brasenia-Aldrovanda-Hydrocharis-Sparganium-Caldesia; Wasserschweber-Gesellschaften als „*Salvinia-Azolla-Monochoria-Eichhornia-Pistia-Lemnospermum*-Schwimmblattendecke“.

7. Riedgemeinschaften

Cyperaceen (*Caricoidea*, *Cladiocarya*, *Cladium*), Araceen (*Epipremnites*) und Pteridophyten.

Bedeutend für die paläoklimatologischen Aussagen sind hier vor allem die beiden zonalen Vegetationstypen des Lorbeer- und des gemischten mesophytischen Waldes, da sie als „Hinterwaldgesellschaften“ der Hochflächen außerhalb des Berzdorfer Beckens das überregionale Klima widerspiegeln. Damit lassen sich die Paläofloren der drei nachgewiesenen Florenkomplexe paläozoologisch und paläoökologisch einzeln charakterisieren und somit die klimatisch bedingte, zeitliche Ablösung einer definierten Pflanzengemeinschaft durch eine andere belegen.

Innerhalb des Florenkomplexes Brandis bildet ein gemischter mesophytischer Wald das thermische Klimax-Stadium der Vegetation (Abb. 10, Phase I). Er wird im Florenkomplex Wiesa von einem Lorbeerwald abgelöst, der in fast allen Fundpunkten innerhalb der Schluffmulde nachgewiesen werden konnte. Der Lorbeerwald spiegelt klimatisch die wärmste Phase des Berzdorfer Profils wider und das Klima-Optimum innerhalb der weltweit festgestellten „Mittelmiozänen Erwärmung“ (Phase II). Eine hohe Anzahl arktotertiärer Elemente sowie zahlreiche Koniferen zeichnen die gemischten mesophytischen Wälder des Florenkomplexes Kleinleipisch aus, die eine deutliche klimatische Abkühlung implizieren (Phase III).

Für das Klima des Florenkomplexes Wiesa können Jahresmittel von mind. 18 (-21) °C und Niederschlagsmengen von weit über 800 mm/a, vermutlich um 1500 mm/a, postuliert werden. Als Belege können hierbei vor allem die Gattungen *Cinnamomum*, *Glyptostrobus*, *Mastixia*, *Ternstroemia*, *Toddalia*, *Girroniera*, *Trigonobalanopsis* sowie die Palmen herangezogen werden.

Das Klima des Florenkomplexes Kleinleipisch war warmtemperat bis subtropisch mit Jahresmitteln von etwa 14-18° C und Niederschlagsmengen von über 650 mm/a, ähnlich dem des Florenkomplexes Brandis.

Zusammenfassung

Aus dem Braunkohlentagebau Berzdorf in der Oberlausitz (Sachsen) werden die Gesteins- und Sedimentserien, ihr geologisches Alter und die Funde fossiler Makro- und Mikrofloren beschrieben. Geologische und lithologische Begleituntersuchungen konnten 68 fossile Pflanzenfundpunkte dem lithostratigraphischen Profilschema von Berzdorf zuordnen und den Ablagerungsraum der Schluffmulde, als der Hauptfundschiefer der Pflanzenfossilien, näher charakterisieren.

Anhand von drei K-Ar-Isotopenaltersbestimmungen an Basalten und der Makroflorenfunde ist eine Alterseinstufung aller wichtigen tertiären Gesteins- und Sedimentserien möglich. Danach begann die tektonische Beckenanlage mit einem Basaltvulkanismus im Grenzbereich Unter-/Oberoligozän und endete mit den jüngsten Tertiärsedimenten im unteren Mittelmiozän. Die Kohlebildung erfolgte über einen Zeitraum von 7 Millionen Jahren.

Es werden die artenreichen Makrofloren des Jungtertiärs beschrieben, biostratigraphisch, paläoökologisch und paläoklimatologisch ausgewertet sowie mit benachbarten Vorkommen Mitteleuropas verglichen. Die erzielten Untersuchungsergebnisse ermöglichen erstmalig, ein isoliertes und bislang nicht sicher datiertes Braunkohlen-Vorkommen der Oberlausitz mit den eingestufteten Vorkommen der Niederlausitz direkt zu korrelieren.

Neben neu beschriebenen Arten von *Ilex*, *Primula*, *Moehringia* und *Juglans* wurden auch Gattungen wie *Chionanthus*, *Hemiptelea* und *Eichhornia* nachgewiesen, die bislang aus dem Miozän Ostdeutschlands nicht bekannt waren. Mit einem Spektrum von über 300 Taxa aus 170 Gattungen ist Berzdorf die mit Abstand artenreichste tertiäre Pflanzenfundstelle in Europa.

Dank

Die Autoren danken besonders der Tagebauleitung und den Bergleuten der LMBV mbH, Betriebsteil Oberlausitz, für die jahrelange Unterstützung unserer Arbeiten im Tagebau durch Personal, Technik, die Bereitstellung von Betriebsunterlagen und dem Zugang zum Bohrarchiv.

Weiterhin danken wir der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die im Rahmen des Projektes „Paläobotanik Berzdorf“ zwei wissenschaftliche Mitarbeiterstellen finanzierte. Dem Arbeitsamt Görlitz gilt der Dank für die Bereitstellung mehrerer ABM für die technischen Arbeiten. Gedankt sei auch dem Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie Freiberg für die Bereitstellung einer Basaltprobe und die Vermittlung der K-Ar-Altersdatierungen.

Weiterhin unterstützt haben uns eine Reihe von Wissenschaftlern, denen gedankt werden soll. Genannt seien hier vor allem Prof. Dieter Hans Mai aus Berlin und Prof. Harald Walther aus Dresden, die das Projekt von Anfang an betreut haben, Dipl.-Geol. Martina Dolezych aus Hoyerswerda, Dipl.-Biol. Henriette Jechorek aus Görlitz, Dipl.-Biol. Katrin Pribbernow aus Magdeburg, Dr. Jan-Michael Lange aus Dresden, Dr. Peter Suhr und Dr. Klaus Stanek aus Freiberg.

Literatur

- BERNER, T. & O. TIETZ (2002): Mit PEG konservierte Weichbraunkohle. Ein Kohleschauprofil aus dem Tagebau Berzdorf (Oberlausitz, Ostdeutschland). - *Der Präparator* **48**, 2: 77-85
- BRÄUTIGAM B., M. SCHUBERT, E. RAITHEL, J. TSCHERNIKEL, R. HORTENBACH & G. RUDOLF (1990): Vorratsberechnung Braunkohlenerkundung Berzdorf-SO, Berichtsteil I Geologie/Text und Anlage 4.2.1 und 4.2.2. - Erkundungsbericht des VEB Geologische Erforschung und Erkundung Freiberg, 111 S., Freiberg [unveröff.]
- BÜCHNER, J. (2003): Der tertiäre Vulkanitkomplex im Braunkohlenbecken von Berzdorf / Oberlausitz (Sachsen) und seine Verwitterungsbildungen – Petrographie, Geochemie und Lithostratigraphie. - Dipl.-Arb., Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Halle, 116 S. [unveröff.]
- CZAJA, A. (2003): Paläokarpologische Untersuchungen von Taphozöosen des Unter- und Mittelmiozäns aus dem Braunkohlentagebau Berzdorf/Oberlausitz (Sachsen). - *Palaeontographica*, Abt. B **265**: 1-148
- DOLEZYCH, M. & J. VAN DER BURGH (2004): Xylotomische Untersuchungen an inkohlten Hölzern aus dem Braunkohlentagebau Berzdorf (Oberlausitz, Deutschland). - *Feddes Repert.* **115**, 5-6: 397-437 (im Druck)
- FÜCHTBAUER, H. (1988): Sedimentäre Ablagerungsräume. - In: Füchtbauer, H. (Hrsg.): *Sedimente und Sedimentgesteine*, - Sedimentpetrologie, Teil II, 4. Aufl., Schweizerbart Stuttgart, 865-960
- HIRSCH, D., J. RASCHER & H. SCHULZE (1989). Die Braunkohlen-Lagerstätten der Oberlausitz (Tertiärbecken von Berzdorf und Zittau). - *WTI*, Reihe A **30**, 1: 10-19
- JECHOREK, H. (2000): Bemerkenswert mumifizierte Blätter aus dem Braunkohlentagebau Berzdorf (Oberlausitz). - *Terra Nostra*, Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung **2000/3**: 51
- KRÖNER, A., E. HEGNER, J. HAMMER, G. HAASE, K.-H. BIELICKI, M. KRAUSS & J. EIDAM (1994): Geochronology and Nd-Sr systematics of Lusatian granitoids: significance for the evolution of the Variscan orogen in east-central Europe. - *Geol. Rundsch.* **83**, 2: 357-376
- MAI, D. H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. – G. Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York, 691 S.
- (2000): Die untermiozänen Floren aus der Spremberger Folge und dem 2. Flözhorizont in der Lausitz Teil IV: Fundstellen und Paläobiologie. – *Palaeontographica*, Abt. B **254**: 65-176
- (2001): Die mittelmiozänen und obermiozänen Floren aus der Meuroer und Raunoer Folge in der Lausitz Teil III: Fundstellen und Paläobiologie. - *Palaeontographica*, Abt. B **258**: 1-85
- PUSHKAREV, Y. (2000): Altersbestimmung. - In: STANEK, K., A. D. RENNO, K. JENTSCH, H. LINDNER & R. KÄPPLER: Komplexe Geowissenschaftliche Auswertung der Forschungsbohrung Baruth; Teilthema 1: Petrologische Untersuchungen der Vulkanite in der Umgebung der Forschungsbohrung sowie der Vulkanit-Anteile in der Bohrung – Rekonstruktion der vulkanischen Ereignisse in der Umgebung und Rückschlüsse zum phreatomagmatischen Ausbruch bei Baruth (Maarbildung).- unveröff. Forschungsbericht des Landesamtes für Umwelt und Geologie und dem Geologischen Institut der TU Bergakademie Freiberg, S. 129 [unveröff.]

- SCHNEIDER, W. (1992): Floral Successions in Miocene Swamps and Bogs of Central Europe. – Z. geol. Wiss. **20**, 5/6: 555-570
- (1998): Kohlenpetrographie und Faziesentwicklung der Flöze des Berzdorfer Beckens. – Arbeitsbericht BG 2 - 53/98 (LAUBAG); 22 S.; Hoyerswerda [unveröff.].
- SCHUST, F. & J. WASTERNAK (2002): Granitoid-Typen in postkinematischen Granitoidplutonen: Abbilder von autochthonen Intrusionsschüben. Beispiele vom Nordrand des Böhmisches Massivs (Erzgebirge – Harz – Flechtinger Scholle – Lausitz). - Z. geol. Wiss. **30**,1/2: 77-117
- SCHWALBE, W. (1975): Mineralogisch-petrographische Untersuchungen verwitterter tertiärer Vulkanite und Pyroklastika non Berzdorf und Mittelherwigsdorf. - Dipl.-Arb., Ernst-Moritz-Arndt Univ. Greifswald, Greifswald, 99 S. [unveröff.]
- STEDING, D., D. HIRSCH, H. SCHULZE & K. BARTUSCH (1991): Das Deckgebirge im Tagebau Berzdorf/OL. - Tagungsmaterial und Exkurs.f. 38. Jahrestagung GGW **186**: 140-147
- STRAUSS, C. (1991): Taxonomie und Biostratigraphie des marinen Mikropflanktons mit organischer Wandung im Oligo-Miozän Ostdeutschlands. – Dissertation A, TU Bergakademie Freiberg, 122 S. [unveröff.]
- TIETZ, O. (1997): Neue Fossilfunde aus dem Tagebau Berzdorf, Teil II: Die unendliche Geschichte: Ein Rüsseltier im Tagebau. – LMBV Konkret **2**, 8/97: 16
- & D.H. MAI (2001): Abschlußbericht zum DFG-Projekt „Paläobotanik Berzdorf“. - Görlitz und Berlin, 13 S. [unveröff.]
- , M. SEIFERT, A. CZAJA & H. JECHOREK (2000): Fossile Pflanzenfunde aus den quartären Deckschichten des Braunkohlentagebaues Berzdorf in der Oberlausitz (Ostdeutschland). - Przyroda Sudetów Zachodnich **3**: 127-136
- UHLIG, I. (1989): Bericht über die palynologische Untersuchung von Proben der Bohrung 4495 des Objektes Berzdorf. - VEB Geologische Erforschung und Erkundung Freiberg; Freiberg [unveröff.]
- VULPIUS, R. (1997): Punkt 3: Braunkohlentagebau Berzdorf. - In: FLÖTGEN, F., R. LOBST & W. PÄLCHEN: Exkursion C2, Geopotentiale der Oberlausitz.- Exkurs.f. u. Veröffl. GGW **200**: 149-152

Anschriften der Verfasser:

Dr. Olaf Tietz
Staatliches Museum für Naturkunde
PF 30 01 54
02806 Görlitz

Dr. Alexander Czaja
Beyrodstraße 66
12277 Berlin