

Die Hainer Sande im Tagebau Witznitz Ergebnisse der geologischen Aufschlußdokumentation stillgelegter Braunkohlentagebaue in Sachsen

Mit 8 Abbildungen und 6 Fotos

GERDA STANDKE

Eine unverzeihliche Sünde auf dem Gebiet „Umwelt und Geologie“ ist die Vernachlässigung der geologischen Aufnahme temporärer Aufschlüsse. Leider haben wir uns an diesen Zustand gewöhnt, der künftigen Generationen zum Nachteil gereichen wird (LOTHAR EISSMANN 1997).

Herrn Prof. Dr. LOTHAR EISSMANN zum 65. Geburtstag

Kurzfassung: Im stillgelegten Braunkohlentagebau Witznitz südlich von Leipzig waren zwischen dem obereozänen Flöz II/III (Hauptflöz) und dem unteroligozänen (Rupelian) Flöz IV (Oberflöz) die Hainer Sande aufgeschlossen. Die Sandfolge wurde bisher als Flußsystem angesehen. Durch die geologische Aufschlußdokumentation einzelner Profile an der Ost- und Nordböschung des Tagebaus kann gezeigt werden, daß der Sandkomplex aus zwei unterschiedlichen Abfolgen besteht. Der untere Teil wird durch hochenergetische fluviatile, schlecht klassierte Sande gebildet. Funde von Makroflora verweisen auf obereozänes Alter.

Der obere feinsandig-schluffige Abschnitt repräsentiert flachmarine, strandnahe Verhältnisse. Dafür sprechen u. a. die starke Bioturbation, *Skolithos*-Horizonte, Tertiärquarzite mit *Limulus decheni* und Schwermineralanreicherungen. Die Abfolge ähnelt den Domsener Sanden. In Tonhorizonten tritt die unteroligozäne Haselbacher Flora auf. Mit dem Auftreten mariner Sedimente im Liegenden von Flöz IV kann die basale Rupeltransgression bis in den Raum Witznitz/Bockwitz nachgewiesen werden.

Summary: In the abandoned open cast mine of Witznitz, south of Leipzig, between the upper Eocene seam II/III (the main seam) and the lower Oligocene (Rupelian) seam IV (the topmost one) the Hain sands had been exposed to investigation. Until now the sands had been considered to be fluviatile deposits. Due to geological documentation of several profiles in the northern and eastern escarpments you had been able to probe that the sand complex consists of two different sequences. The lower part is represented by highly energetic fluviatile sands, poorly sorted. Records of Macrofloras indicate an age of Eocene. In the upper part you find finegrained sand or silt. It represents conditions typical of shallow areas near the shore. Indications for the shallow marine deposits are among other things strong bioturbation, *Skolithos*-horizons, tertiary quartzites with *Limulus decheni*, and accumulations of heavy minerals. Those deposits appear similar to the "Domsen Sands". The upper clay horizons contain the Haselbach Flora of lower Oligocene. Thus the existence of the basal Rupelian transgression can be proved beneath the seam IV as far as the area of Witznitz/Bockwitz.

1. Vorwort

Jeder, der sich mit der Geologie des mitteldeutschen Raumes befaßt, stößt unweigerlich auf den Namen EISSMANN. Obwohl insbesondere mit dem Quartär dieser Region verbunden, war es das Anliegen L. EISSMANNs, stets die Gesamtheit der geologischen Vorgänge und ihre Besonderheiten zu erfassen und komplex zu betrachten. So sind seit Anfang der 60er Jahre sowohl detaillierte Darstellungen der quartären Schichtenfolge als auch synoptische Parallelisierungen der tertiären Ablagerungen im gesamten Halle–Leipzig–Bitterfelder Raum entstanden (u. a. EISSMANN 1968, 1970).

Das Bestreben L. EISSMANNs, die „langzeitlich“ vorhandenen Tagebauaufschlüsse zu dokumentieren, obwohl kein „Bedarf“ dazu bestand, hat wesentlich zum heutigen Kenntnisstand der Ablagerungsbedingungen in dieser durch den Braunkohlenabbau geprägten Region beigetragen. In seiner Jahrzehnte währenden Tätigkeit gelang es ihm, trotz der durch die Geheimhaltungsbestimmungen der ehemaligen DDR auferlegten Restriktionen und Publikationsverbote, seine Beobachtungen und sein meist in internen Berichten niedergelegtes Wissen in geeigneter Form weiterzugeben. Dazu gehören auch seine überregionalen Darstellungen, die sowohl die charakteristischen Lagerungsverhältnisse der tertiär-quartären Lockersedimente von Altenburg bis Bitterfeld simulieren, als auch die vielfältigen lokalen geologischen Besonderheiten vereinen.

Dies setzt jedoch die detaillierte Kenntnis der einzelnen Räume voraus, deren Grundlage z. B. die erst später veröffentlichten Profilskizzen der einzelnen Tagebaue bilden, so auch die für den inzwischen stillgelegten Tagebau Witznitz (EISSMANN in: EISSMANN & LITT 1994).

2. Einleitung

2.1. Geologische Tagebaudokumentation in Sachsen

Seit etwa 100 Jahren werden im NW-sächsischen Raum Braunkohlen im Tagebaubetrieb gewonnen. Durch den Einsatz von Abraumförderbrücken ab 1930 (Böhlen) konnte der Braunkohlenabbau in km-langen Großtagebauen erfolgen. Die damals weltweit größte Förderbrücke wurde 1944 im Tagebau Espenhain installiert und am 7. Mai 1997 gesprengt.

Auf sächsischem Territorium waren im Jahre 1990 noch insgesamt 19 Tagebaue aktiv. Davon entfielen 7 Tagebaue auf das Lausitzer Braunkohlenrevier (Ostsachsen) und 12 auf das Leipzig-Bitterfelder Braunkohlenrevier (Nordwestsachsen). Gegenwärtig werden in Sachsen durch die Lausitzer Braunkohle Aktiengesellschaft (LAUBAG) die Tagebaue Nochten und Reichwalde und durch die Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH (MIBRAG) die Tagebaue Profen (anteilig auf dem Territorium von Sachsen-Anhalt) und, befristet bis zur Wiederaufnahme der Produktion im Tagebau Schleenhain, der Tagebau Zwenkau betrieben. Daraus resultiert die Stilllegung und Sanierung von 13 Tagebauen, davon allein 10 im Raum Leipzig-Bitterfeld (Abb. 1). Mit der Schließung ging innerhalb kurzer Zeit ein Großteil der jahrzehntlang vorhandenen geologischen Großaufschlüsse verloren. Daher wurde das Nordwestsächsische Braunkohlenrevier zu einem der Schwerpunktgebiete für die geologische Landesaufnahme Sachsens.

Neben den riesigen Aufschlüssen hinterließ der jahrzehntelange rohstofforientierte Braunkohlenabbau eine unübersehbare Datenfülle (Hunderttausende von Bohrungen, unzählige Meßdaten, Analysenergebnisse und Berichte). Eine systematische, die gesamte Bergbauregion umfassende Dokumentation der **an den Tagebauböschungen** angetroffenen geologischen Verhältnisse fehlt jedoch weitgehend. Das betrifft nicht die Flözbereiche und einzelne wissenschaftliche Spezialarbeiten. Mit dem Wegfall der für die Landesaufnahme wichtigen und unverzichtbaren Großaufschlüsse bestand daher dringender Handlungsbedarf. Ziel der nun folgenden Arbeiten war die geologische Dokumentation der noch verbliebenen Tertiärprofile in den einzelnen stillgelegten Tagebauen, die z. T. den Charakter von „Notbergungen“ trugen.

Da in den Tagebauen NW-Sachsens – gestaffelt von Süd nach Nord – obereozäne, oligozäne und untermiozäne Sedimente aufgeschlossen waren, d. h. die gesamte überlieferte Abfolge der südlichen tertiären Randfazies dieser Zeitabschnitte, war es notwendig, die charakteristische Abfolge in jedem Tagebau zu erfassen. Die rasch wechselnden lateralen und vertikalen Faziesverhältnisse in den z. T. stark kondensierten und lückenhaften Profilen erforderten zudem – soweit dies noch möglich war – die Aufnahme mehrerer Profile je Zeitabschnitt in *einem* Tagebau. Im Ergebnis der Kartierung sollen „Eichprofile“ je Tagebau erstellt werden, sofern noch vollständige Profile angetroffen wurden. Dazu wurde die Abfolge systematisch für biostratigraphische und sedimentologische Untersuchungen beprobt.

Die „Eichprofile“ ähnlich den Referenzprofilen in Sachsen-Anhalt (BLUMENSTENGEL & VOL- LAND 1995; BLUMENSTENGEL u. a. 1996) bilden u. a. die Basis für künftige stratigraphische Ein-

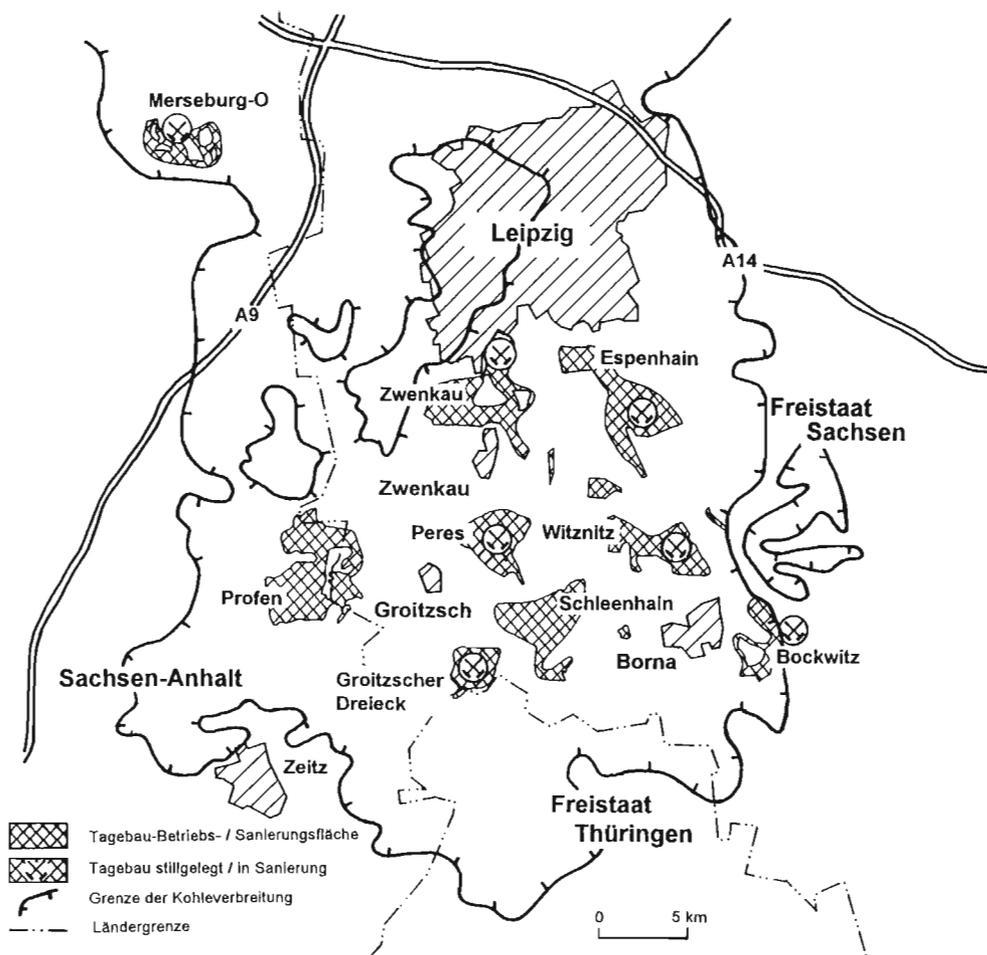


Abb. 1. Übersicht über die Braunkohlentagebaue im Südraum von Leipzig (Nach LMBV, Stand 3/96)

stufungen und flächendeckende Schichtkorrelationen z. B. im Rahmen der „Horizontkarten Tertiär“ (STANDKE 1995) sowie für hydrogeologische Großraummodellierungen und andere akute Fragestellungen der angewandten umweltorientierten Geologie.

Die geologische Tagebaudokumentation in Sachsen wurde im Herbst 1994 aufgenommen. Zunächst mußten Übersichtsbefahrungen durchgeführt werden, um die aktuelle Situation in den einzelnen Tagebauen zu erfassen und die Prioritäten für die künftige Dokumentation festzustellen. In dieser Zeit waren bereits im Rahmen der Tagebausanierungen ein Teil der ehemaligen Böschungen abgeflacht und überschoben. Gleichzeitig entstanden durch den Grundwasserwiederanstieg häufig bereits Seen über der Tagebausohle, die die Liegendschichten einschließlich der tieferen Flözpartien allmählich überfluteten.

So blieben in vielen Fällen nur die Fotodokumentation der vorgefundenen Situation und z. T. Videoaufnahmen (Dr. PETER WOLF, Landesamt für Umwelt und Geologie) als Beleg für den jeweiligen Aufschluß sowie die geologische Aufnahme einzelner Reliktprofile. Dazu gehörten die Tagebaue Breitenfeld, Delitzsch-SW, Bockwitz und Cospuden (vgl. Abb. 1).

Im Tagebau Witznitz begann die geologische Aufschlußaufnahme im Sommer 1995 mit der Dokumentation von Oligozänprofilen über Flöz IV an der Nordböschung (ehem. Stellwerk 11) und bei Haubitz, auf die in dieser Arbeit nicht eingegangen wird.

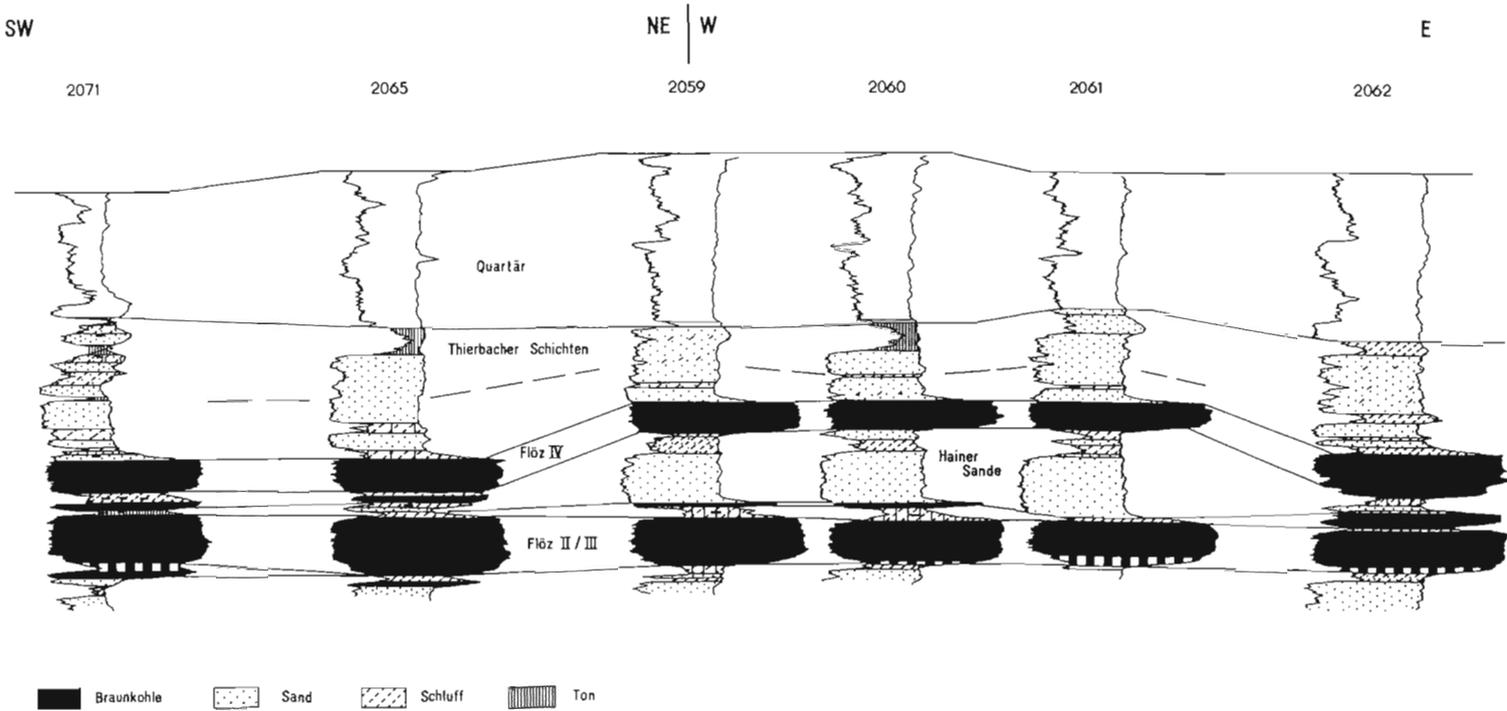


Abb. 2a. Bohrlochgeophysikalisches Korrelationsprofil (Bereich der dokumentierten Hainer Sande im Tagebau Witznitz) zur Verdeutlichung der lateralen Mächtigkeitsabnahme und der lithologischen Veränderungen (Bezugsniveau: Oberfläche des Flöz II/III-Komplexes, Länge unmaßstäblich)

SW

NE

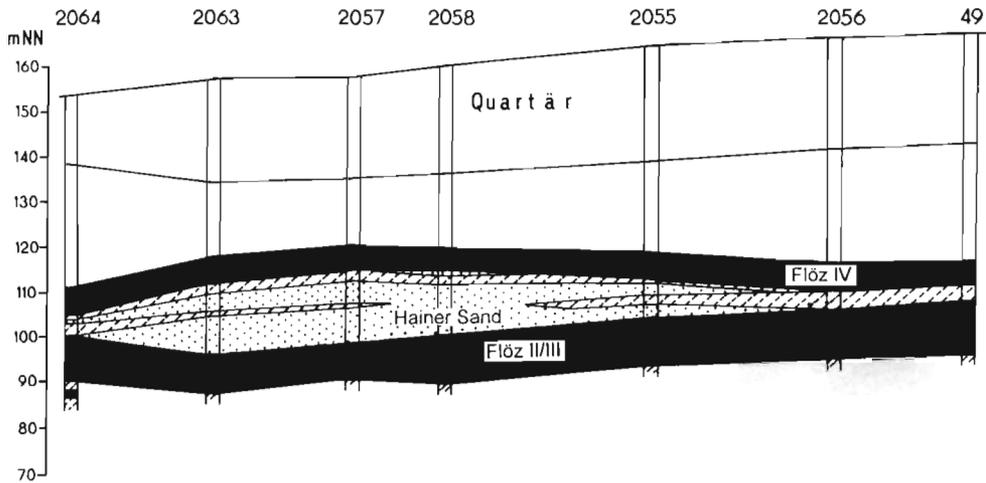


Abb. 2b. Korrelationsprofil anhand von Bohrungen im Tagebau Witznitz entlang der kartierten Profile (Bezugsniveau: NN-Höhe Bohransatzpunkte, Profillänge ca. 1 km)

Das „Zwischenmittel“ zwischen den Flözen II/III und IV im Bereich der mächtigen Hainer Sande (Abb. 2a, 2b) wurde im Herbst 1995 an der heute inzwischen überschobenen Ostböschung in 4 Profilen kartiert. An der Nordböschung erfolgte die Dokumentation von 8 Profilen sporadisch im Herbst 1996 bzw. im Frühjahr 1997 (Abb. 3, 5). Da die Böschung bereits stark überrollt war, mußte die Kartierung auf Wasserrisse beschränkt werden. So war auch der Verlauf einzelner Schichten entlang der Tagebaustrosse oft nur schwer rekonstruierbar.

An dieser Stelle sei der LMBV gedankt für die Unterstützung bei der Tagebaukartierung, insbesondere Herrn Muschak, dem Leiter des Sanierungsobjektes.

2.2. Geologische Übersicht

Der zur LMBV (Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH) gehörende Tagebau Witznitz wurde 1945/46 aufgeschlossen und in 3 Baufeldern betrieben. Durch die veränderte Energiepolitik erfolgte 1991 der Beschluß zur Stilllegung des Tagebaus. Die Kohleförderung wurde im April 1993 eingestellt. Ursprünglich war eine Weiterführung des Tagebaus in Richtung NW in das Feld Gaulis bis 2015 vorgesehen.

Der Tagebau liegt im Bereich der Nordwestsächsischen Tiefscholle. Der prätertiäre Untergrund wird hier durch tiefgründig zersetzte Sandsteine und Schiefertone des Buntsandsteins über Zechsteindolomiten und Konglomeraten gebildet. Die WNW–SSE streichende Röthaer Störung (Verlauf nach DOLL 1984) am N-Rand des Tagebaus bildet die Grenze zur Hochscholle mit jungproterozoischen Gesteinen (vgl. Abb. 3). Das Tertiär setzt im Raum Witznitz mit den obereozänen „Älteren Flußsanden“ (GWL 5) sowie Tonen und Sanden ein, die zur Bornaer Folge B gestellt werden (Abb. 4).

Darüber folgt der Flöz-II/III-Komplex (Flöz 23, Flöz Bruckdorf), der im Bereich der Gauliser Gabel durch Tone und Sande in das Bornaer Hauptflöz (Flöz II) und das Thüringer Hauptflöz (Flöz III) aufgespalten wird. Die Bornaer Folge C beginnt mit dem Deckschluff oder Hangendschluff des Flözes II/III, der teilweise durch die Hainer Sande (GWL 3) erodiert wurde. „In ausgeprägt uhrglasförmiger Aufwölbung“ folgen die „Hainer Flußsande“ (EISSMANN & LITT 1994), auch Mittlere Flußsandfolge (EISSMANN 1978), Hainer Flußsandzone (LAUER 1983), Oberer Ba-



Foto 1. Die Hainer Sande im Tagebau Witznitz als Mittel zwischen den Flözen II/III und IV



Foto 2. Schräggeschichtete fluviale Sandfolge im Bereich der Nordböschung an der Basis der Hainer Sande (Schicht 2)

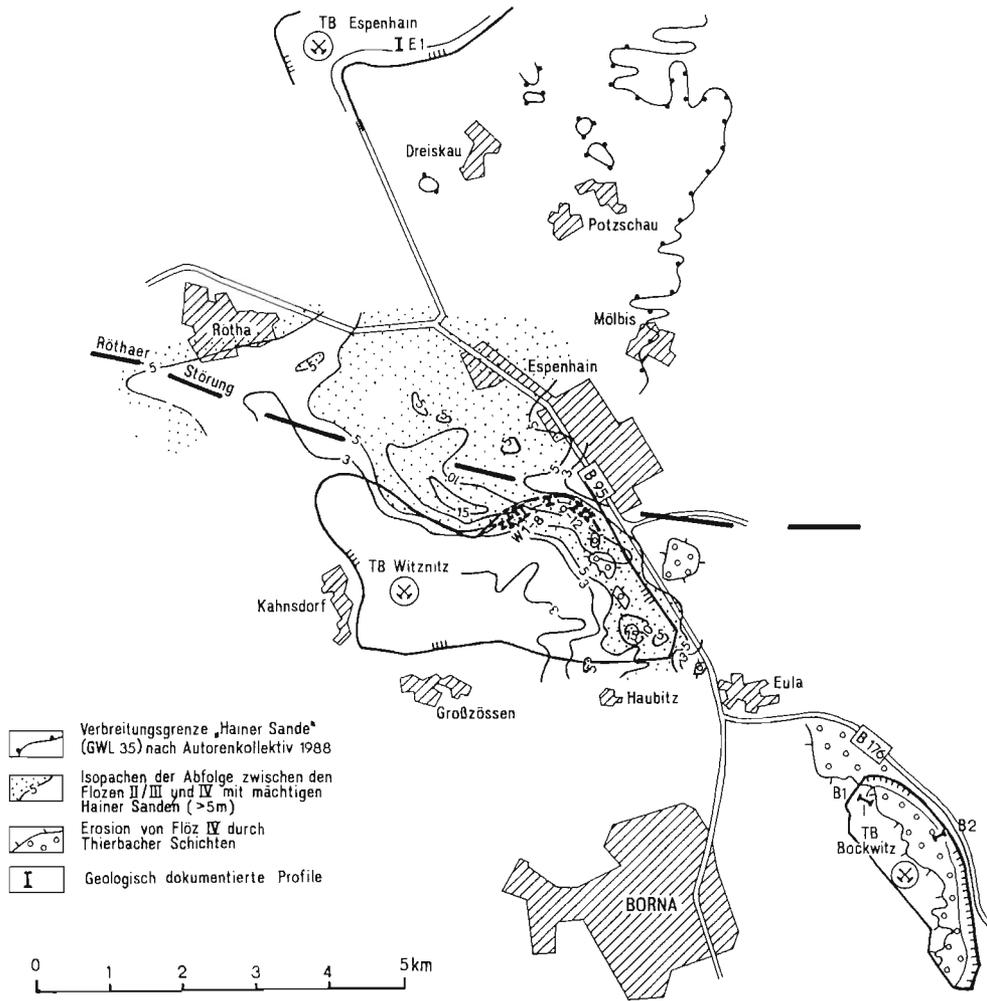


Abb. 3. Verbreitung der Hainer Sande im ehemaligen Tagebau Witznitz nach Bohrungen und Stoßkartierung sowie Lage der geologisch dokumentierten Profile 1–12

sissand S3 (DOLL 1984), Mittlere (Hainer) Flußsande (BELLMANN u. a. 1990) genannt, die von weiteren Sand- und Tonhorizonten überlagert werden. Die Sandfolge erreicht in einer NW–SE-verlaufenden Zone im zentralen Tagebaubereich häufig Werte zwischen 10 und 15 m. Maximal wurden 18,7 m Mächtigkeit erbohrt. Bemerkenswert ist die rapide Mächtigkeitsabnahme des „Zwischenmittels“ zum Randbereich der Sandzone unter allmählichem Ausfall der Sande. Im oberen Teil der Hainer Sande können vorwiegend im Bereich erhöhter Mächtigkeiten quarzitisches Einlagerungen beobachtet werden. Im W-Teil von Witznitz, besonders aber im Teilfeld Gaulis tritt innerhalb der Hainer Sande eine geringmächtige Flözbildung auf, die in der Braunkohlenerkundung ursprünglich (1977) als Liegendbegleiter (IV_L) des Flözes IV, später (1987) als „separate Kohlelinse“ im GWL 3 aufgefaßt wurde. Die Hainer Sande werden als hellgraue bis graubraune Fein- und Mittelsande, untergeordnet Grobsande und Feinkiese beschrieben, die häufig FeS_2 -Konkretionen führen. Die Bornauer Folge C wird mit dem unteroligozänen¹ Haselbacher Ton

¹) Seit 1989 wird international das Oligozän in Rupelian (Unteroligozän) und Chatian (Oberoligozän) gegliedert. Das bisherige „Mittloligozän“ entspricht dem Rupelian.

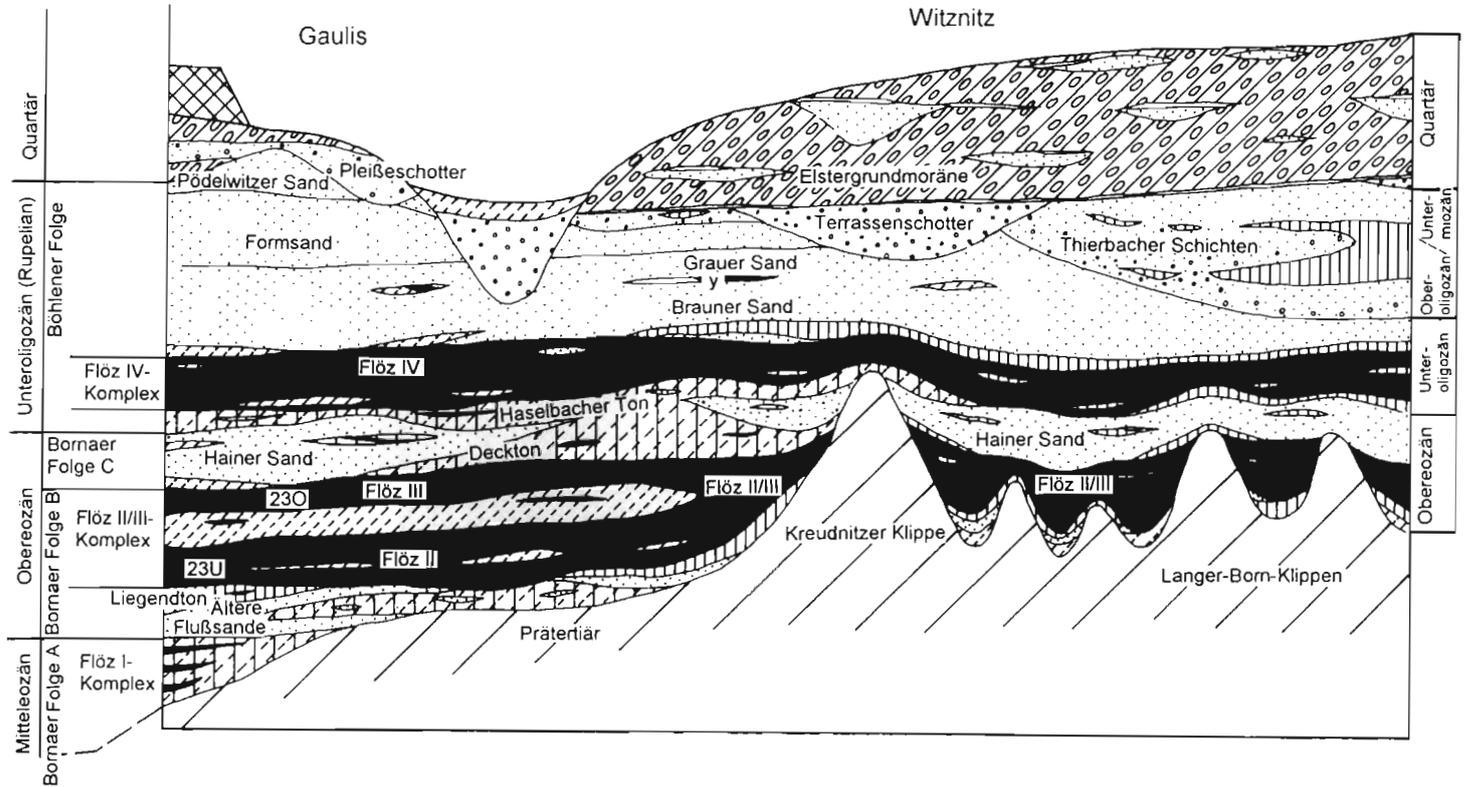


Abb. 4. Geologisches Normalprofil im Raum Witznitz-Gaulis, nördlich und nordwestlich des aufgeschlossenen Tagebaus (nach unveröffentlichten Unterlagen der Braunkohlenerkundung 1987, verändert und ergänzt)

12m
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

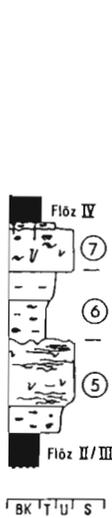
Nordböschung

- | | | | |
|--|---|--|--|
| | Braunkohle | | Bioturbation |
| | Kohlegeröle, kohlige Fasern, Detritus | | Wurzelreste |
| | Xylite, Baumstämme | | Schräg-, Parallel- und Faserschichtung |
| | Makroflora | | Verkieselungshorizonte, Tertiärquarzit |
| | Lagen mit Pflanzenhäcksel und Kohledetritus | | zersetzte Pyritkonkretionen |
| | Tongeröle | | Pyritlage |

Profil 1



Profil 2



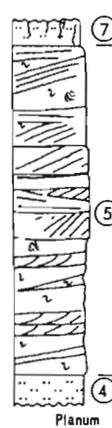
Profil 3



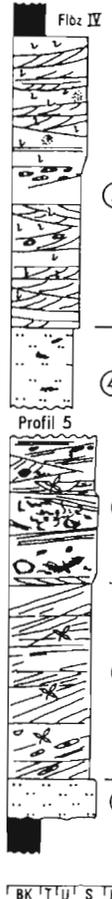
Profil 4



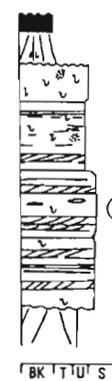
Profil 6



Profil 5A

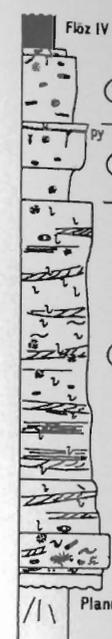


Profil 8

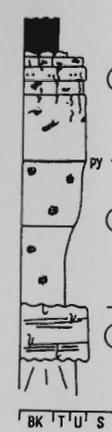


Ostböschung

Profil 9



Profil 10



Profil 11



Profil 12



Abb. 5. Lithologie der geologisch dokumentierten Profile an der Nordböschung (Profile 1–6, 8) und Ostböschung (Profile 9–12). Profilabstand 70–100 m (zwischen Profil 5 A und 8 ca. 200 m). 1–7 Schichtnummern entsprechend Schichtbeschreibung

(HOHL 1959) abgeschlossen, der z. T. auch dem Liegendenschluff des hangenden Flöz-IV-Komplexes gleichgesetzt wird. Der Haselbacher Ton ist bekannt als Fundort für die charakteristische Haselbacher Flora (MAI & WALTHER 1978, 1991).

Das Flöz IV (Böhlener Oberflöz, Flöz Gröbers) wird im unteren Teil häufig durch kohlige Schluff- und Toneinlagerungen aufgespalten. Im oberen Bereich treten Sandlinsen auf. Die marine unteroligozäne Böhlener Folge zeigt im Tagebaubereich einen charakteristischen bankigen Wechsel von Schluff- und Sandfolgen (Deckschluff, „Flöz-y-Horizont“, Braune und Graue Sande, Formsande), die z. T. großdimensionale flache Rinnenstrukturen erkennen lassen. Die gesamte Abfolge weist größtenteils starke Bioturbation auf, die meist *Ophiomorpha-Thalassinoides*-Bauten repräsentiert (WALTER im Druck). Im höheren Teil treten bevorzugt *Macaronichnus*-Spuren auf (WALTER, frdl. mdl. Mitt.). Die Formsande sind besonders im Raum Haubitz durch herausgewitterte *Ophiomorpha-Thalassinoides*-Bauten in „Pödelwitzer“ Erhaltung geprägt. Die Ichnofossilien charakterisieren flachmarine Verhältnisse (SUHR 1991, PETZELBERGER 1994).

Die Abfolge wird im Tagebaubereich in unterschiedlichem Maß erosiv von den fluviatilen Thierbacher Schichten gekappt. Im Ostteil wurde lokal auch das Flöz IV erodiert (vgl. Abb. 3). Die Thierbacher Schichten setzen mit einem charakteristischen Kieshorizont ein, der die aufgeschlossene Böschung überstreut. Es folgen bisher nicht korrelierbare Sand-, Kies- und Tonablagerungen, wobei in letzteren häufig Pflanzenfossilien auftreten, die dem Florenkomplex Thierbach und dem Florenkomplex Witznitz zugeordnet werden (WALTHER & DOLL 1986; MAI & WALTHER 1991, LOTSCH u. a. 1994).

Im Hangenden folgen ca. 20 m mächtige quartäre Ablagerungen, die hauptsächlich aus einer Unteren und einer Oberen Elstergrundmoräne mit basalen Bändertonen bestehen (EISSMANN & LITT 1994). Die Basis wird häufig von frühelsterzeitlichen Terrassenschottern gebildet.

3. Schichtenfolge

Im Tagebau Witznitz waren 1995/96 die Hainer Sande bzw. das „Zwischenmittel“ zwischen den Flözen II/III und IV an der Nordböschung auf einer Länge von ~1300 m, und an der Ostböschung auf ca. 500 m Länge aufgeschlossen (Abb. 5). Die durchschnittliche Mächtigkeit betrug im Zentralteil 12 bis 15 m. Dies entspricht der Zone der hohen Sandmächtigkeiten, die NW–SE streichend durch das nördliche Tagebaufeld verläuft (vgl. Abb. 3). Beiderseits dieser Zone nahm die Mächtigkeit rapide ab. An der Nordböschung in Richtung W konnte eine Mächtigkeitsreduzierung von 12 m (Profil 5/5A) auf 1,7 m (Profil 1, Abb. 5) auf 300 m Längserstreckung beobachtet werden.

Abbaubedingt waren die Hainer Sande in einem unteren und einem oberen Abraum-Kohleschnitt angeschnitten und durch ein Planum getrennt. Die Basis der Abfolge wird durch die flachwellige Oberfläche des Flöz-II/III-Komplexes gebildet. An der Ostböschung steigt dieses Flöz lokal auf ca. 2 m über die Arbeitsebene an. In diesem Bereich tritt ca. 1 m unter der Flözhangengrenze ein 0,2–0,5 m mächtiges Zwischenmittel auf, das aus schluffigem, gelbbraunem Ton mit Wurzelröhren und Kohleflittern besteht.

Die Abfolge im Bereich der mächtigen Hainer Sande läßt sich generell in folgende zwei Komplexe gliedern: einen **unteren**, gröberen, 4–5 m mächtigen Abschnitt mit schräggeschichteten Mittel- bis Grobsanden und Feinkiesen, in die fossile Blattreste und Tonlinsen mit Makrofloren eingelagert sind (Schichten 1–4), und einen **oberen**, 7–8 m mächtigen, feineren Abschnitt mit stark bioturbaten Sand-Schluff-Wechselagerungen, in deren oberem Teil gebietsweise Tone (Haselbacher Ton) und Tertiärquarzite auftreten (Schichten 5–12).

Beschreibung der Abfolge:

Schicht I: 0,2–0,6 m

Unmittelbar über dem Flöz II/III tritt an der Ostböschung im Bereich der mächtigen Hainer Sande ein verfestigter rötlichgrauer Sandhorizont auf, der sich nahezu über die gesamte Stros-

senlänge verfolgen läßt. Diese meist mürbe bis quarzitische „Sandsteinbank“ besteht aus Mittel- bis Grobsanden, z. T. mit Feinkiesen in feinsandig-schluffiger Matrix und weist unterschiedliche Verfestigungsgrade auf. Sie ist deutlich herausgewittert und lokal durch geringmächtige unverfestigte Sande vom Flöz getrennt.

Schicht 2: 3–4 m

Im Hangenden folgen Mittel- bis Grobsande im Wechsel mit Feinsandbänken und Feinkieshorizonten. Charakteristisch sind dünn- bis mittelbankige Sets mit planarer Schrägschichtung im Wechsel mit schwach geschichteten Feinsanden und horizontal parallel geschichteten Bereichen (Foto 2). Die Abfolge stellt ein System sich überlagernder und kreuzender Rinnen dar. An der Ostböschung (Profil 12, Abb. 5) treten im unteren Teil mehrfach tonig-kohlige Straten und Lagen mit Pflanzenhäcksel auf, die auf Stillwasserbereiche deuten. Teilweise sind kleinere Blöcke dieser Abfolge bei höherer Strömung mitgerissen und fast senkrecht zur Schichtung wieder abgelagert worden. Auffällig sind zahlreiche feine, oft wirt, aber auch parallel und schichtungskonform eingelagerte „Nadeln“ (Foto 3), die meist in bankigen Fein- und Mittelsanden auftreten. In herausgewittertem Zustand konnten sie als fossile Blätter identifiziert werden (Foto 4). Die reliktsch an der Oberfläche vorhandene organische Substanz verursacht im Anschnitt die beschriebenen nadelartigen Strukturen, über denen Huminsäuren z. T. scharf abgegrenzte braune Höfe bilden.

Die Makroflora wurden dankenswerterweise durch Herrn Dr. H. WALTHER, Dresden, bestimmt. Bei den in den Sanden an der Ostböschung geborgenen Blättern handelt es sich um folgende Flora:

- *Daphnogene cinnamomifolia* (BRONGNIART) UNGER
f. *cinnamomifolia* sensu KVAČEK & WALTHER 1995
- *Daphnogene cinnamomifolia* (BRONGNIART) UNGER
f. *lanceolata* sensu KVAČEK & WALTHER 1995
- *Rhodomyrtophyllum sinuatum* (BANDULSKA) WALTHER
- *Eotrigonobalanus furcinervis*

In geringmächtigen Tonlinsen im höheren Teil des Sandkomplexes wurden sowohl an der Ostböschung als auch an der Nordböschung (Profil 5, Abb. 5) ca. 3,5 m über dem Flöz II/III ebenfalls fossile Pflanzenreste gefunden. Die Flora der **Nordböschung** zeigt nach H. WALTHER, Dresden, folgendes Spektrum (Abb. 6):



Foto 3. Unregelmäßig eingelagerte fossile Blattreste in den Hainer Sanden (Schicht 2). Die organische Substanz verursacht nadelartige Strukturen im Anschnitt



Foto 4. Herausgewitterte fossile Blattreste in den Hainer Sanden (Schicht 2)

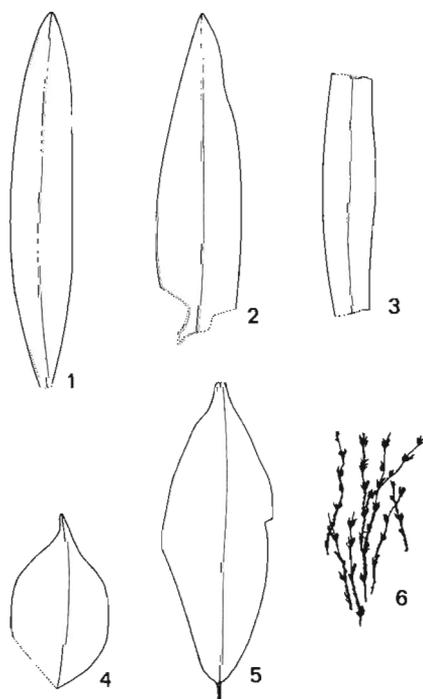


Abb. 6. Obereozäne Flora aus einer Tonlinse in den Hainer Sanden des Tagebaus Witznitz (Nordböschung, Profil 5) 1 = *Laurophyllum* sp.; 2,5 = *Rhodomyrtophyllum sinuatum*; 3 = *Daphnogene cinnamomifolia*; 4 = *Platanus neptuni*; 6 = *Athrotaxis couttsiae*

- *Platanus neptuni* (ETTINGSHAUSEN) BŮŽEK, KVAČEK & HOLÝ
- *Athrotaxis couttsiae* (HEER) GARDNER
- *Rhodomyrtophyllum sinuatum* (BANDULSKA) WALTHER
- *Daphnogene cinnamomifolia* (BRONGNIART) UNGER
f. *cinnamomifolia* sensu KVAČEK & WALTHER 1995
- *Laurophyllum* sp.

Die fragmentarische Flora wurde als Vertreter eines subtropischen Eichen-Lorbeer-Waldes interpretiert, der typisch für das Obereozän ist (WALTHER, frdl. mdl. Mitt.).

Die an der **Ostböschung** geborgenen Pflanzenreste wurden durch Herrn Dr. K. GOTH (LfUG) untersucht. Nach der Aufschlammung einer größeren Probenmenge konnte folgendes Spektrum nachgewiesen werden:

Athrotaxis couttsiae, *Cephalotaxus harringtonia*, *Tetraclinis salicornioides*, *Becktonia hantonensis* (Moraceae), *Eurya stigmosa* (Theaceae), *Epacridicarpum mudense* (Cyrillaceae), Ericaceae indet., Lauraceae indet., ?Loranthaceae, *Nymphaea schafferi*, *Persea machilus* (Lauraceae), *Rhamnospermum bilobatum*, *Rubus microspermus* (Rosaceae), *Sterculea subovoidea*, *Sassafras lusaticum* (Lauraceae) sowie als weitere Rückstände Angiospermenkutikulen, Pilzreste, Insektenkoprolithen, Lumbricarienkokons und Fusit.

Makroskopisch wurde durch H. WALTHER, ein Palmenrest cf. *sakal* sp. identifiziert.

Die Flora kann nach GOTH (frdl. mdl. Mitt.) ins Obereozän gestellt und als Vertreter des Florenkomplexes Hordle-Zeitz (MAI 1995) interpretiert werden.

Die unteren ~2,0 m der Abfolge sind an der Nordböschung meist feinkörniger. Sie werden durch bräunlichgraue bis weißgraue, glimmerführende Fein- und Mittelsande aufgebaut, in die nur selten gradierte Feinkies-Grobsand-Feinsandpakete eingeschaltet sind. Lokal sind Tonlinsen und graugrün zersetzte FeS₂-Konkretionen zu beobachten.

An der Ostböschung treten in diesem Niveau grauweiße, schlecht gerundete Feinkies-Grobsand-Schüttungen auf. Der höhere Teil besteht überwiegend aus schräg- und parallel geschichteten Mittelsanden mit einzelnen Grob- bis Feinkieslagen, die von dünnbankigen und z. T. rinnenförmigen Tonlagen und -linsen diskordant überlagert werden.

Schicht 3: 1,5–2,0 m

Über den bankigen, schräggeschichteten Sanden folgt ohne deutlichen Übergang eine turbulente Abfolge, die z. T. kolk- und rinnenartig, z. T. lateral auslaufend im gesamten Strossenbereich ausgebildet ist. Sie wird durch wirr eingelagerte kleinere Xylite, Partien mit Pflanzenhäcksel, verbogene Holzstücke und mehrere Meter lange Baumstämme sowie linsenförmige Sandpakete charakterisiert (Foto 5). Lokal waren sandgefüllte Querschnitte von Baumstämmen angeschnitten. Der noch erhaltene äußere Stammring war bereits tonig-kohlig zersetzt. Ähnliche Beobachtungen konnten auch im Tagebau Bockwitz gemacht werden. Die Abfolge besteht neben den turbulenten Bereichen aus gradierten, schräg- und parallelgeschichteten bräunlich- bis hellgrauen Fein- bis Grobsanden, wobei der Mittelsandanteil dominiert. Lokal treten Feinkiese sowie Tonlagen und -gerölle auf. Im Top der Abfolge war an der Ostböschung eine riesige 10 m lange und 1,5 m mächtige Braunkohlenscholle aufgeschlossen. Die Hangendgrenze dieses Komplexes konnte durch die ungünstigen Aufschlußverhältnisse nur ungenügend dokumentiert werden.

Schicht 4: 0,8–1,7 m

An der Nordböschung tritt an der Basis des oberen Abraum-Kohleschnittes ein weiterer verfestigter Sandhorizont auf (Profil 5A). Er besteht aus rötlich- bis weißgrauem, glimmerführendem Feinsand in schluffig-toniger Matrix, mit eingelagerten Xyliten und Kohledetritus. Der Verfestigungsgrad ist unterschiedlich und reicht von nur schwach verfestigtem, stark schluffigem Feinsand über mürben Sandstein bis zu quarzitischen Partien. Die Obergrenze ist scharf. In den westlich anschließenden Profilen 4 und 3 läßt sich der verfestigte Horizont untergliedern in eine **untere Bank** mit 0,5–0,9 m Mächtigkeit aus schluffigem hellem Feinsand mit Wurzelresten und in eine **obere** 0,4–0,8 m mächtige, stärker verkieselte Bank aus weißgrauem „Sandstein“, ebenfalls mit Wurzelresten.



Foto 5. Charakteristischer Ausschnitt einer turbulenten Abfolge in den Hainer Sanden, die im ästuarinen Bereich abgelagert wurde (Schicht 3)

Schicht 5: ~5,0 m

Die Abfolge besteht aus hellbräunlichgrauen, dünnbankigen, z. T. schluffigen Feinsanden im Wechsel mit geringmächtigen braunen Schlufflagen. Der Komplex bildet flache Großrinnenstrukturen, die durch die herausgewitterten Schluffbänke und -lagen deutlich werden. Innerhalb der Sandbänke treten kleindimensionale planare und trogförmige Schrägschichtung sowie laminierte Parallelschichtung auf. Charakteristisch ist eine intensive Bioturbation, die besonders in den Schlufflagen deutlich wird (Foto 6). Das Sediment ist teilweise völlig in bräunliche, unregelmäßig runde und wolkige Strukturen aufgelöst. Es wurde daher mit dem Arbeitsbegriff „Leopardengefüge“ bezeichnet. Vereinzelt können trichterförmige Fluchtspuren (?) festgestellt werden. Im mittleren Teil sind relativ häufig *Skolithos*-Bauten und gelegentlich die V-förmigen Röhren von *Psilonichnus upsilon* zu beobachten.



Foto 6. Bioturbate Sand-Schluff-Wechselfolge im höheren Teil der „Hainer Sande“ (Schicht 5)

Skolithos kann auch im Profil 2 im Sandhorizont unter den Tonen nachgewiesen werden. Im höheren Teil, ca. 2–3 m unterhalb von Flöz IV waren im Westteil der Nordböschung (Profil 7, hier nicht dargestellt) kreisförmige Grabspuren aufgeschlossen, die als *Macaronichnus* bezeichnet werden.

Die Interpretation der Ichnozönosen erfolgte dankenswerterweise durch Herrn Dr. H. WALTER, Freiberg (LfUG).

Skolithos-Bauten wurden mehrfach als Charakteristikum für die Domsener Sande beschrieben (EISSMANN in: EISSMANN & LITT 1994, WALTER im Druck). Nach Rezentbeobachtungen (BARWIS 1985 in: WALTER im Druck) entstehen diese Röhren durch den Polychaeten *Diopatra cuprea* auf den Ufersandbänken rezenter Gezeitenströme. *Macaronichnus segregatis* sind Grabgänge mit kreisförmigem Durchmesser, die auf sedimentfressende Organismen zurückgeführt und nach CLIFTON & THOMSON 1978 (in: WALTER im Druck) als marine Polychaeten gedeutet werden. Als Verursacher von *Psilonichnus epsilon* FREY werden Geisterkrabben (*Ocypode*) beschrieben, die als Vertreter von Strand-Ichnozönosen im backshore-Bereich oberhalb der Mittelwasserlinie leben. Nach WALTER (im Druck) tritt *P. epsilon* insbesondere in den Zwischenmitteln von Flöz IV (Restloch Lochau) auf, aber auch im Bereich von Sandbänken und Prielen in Verbindung mit weiteren Ichnia in der Böhlener Folge.

Im Profil 8 treten unter der hier etwa 2 m mächtigen Schluff-Sand-Folge mit „Leopardengefüge“ und etwa 2–3 m unterhalb von Flöz IV Sande mit Schwermineralanreicherungen auf. Es handelt sich um hellbraune bis beige, siltige Feinsande mit schwacher Glimmerführung. Bankweise ist planare Schrägschichtung im Wechsel mit laminierte Parallelschichtung zu verzeichnen. Gelegentlich sind kleine braune Tongerölle eingelagert. Die Laminen sind z. T. durch braune, graugüne oder ockergelbe Straten und Linschen nachgezeichnet. In diesem Abschnitt konnte keine Bioturbation nachgewiesen werden. Die Sande ähneln den schwermineralführenden Sanden der obermiozänen Raunoer Folge in der Lausitz. Im Gamma-Log einiger Bohrlochmeßkurven ist gelegentlich 1–4 m unter Flöz IV eine höhere natürliche Radioaktivität verzeichnet, die auf die Schwermineralanreicherungen zurückgeführt werden kann. Schwermineralführende Sandlagen mit Ilmenit, Rutil, Zirkon und Monazit wurden auch für die Domsener Sande beschrieben (EISSMANN in: EISSMANN & LITT 1994). In westlicher Richtung (Profil 6) stehen schwarzgraue bis kaffeebraune, kohlige, schwach glimmerführende Fein- bis Mittelsande mit gradierter Schichtung an. Die Sande sind planar schräg- und kreuzgeschichtet und bilden eine ban-

kige Abfolge. Sie werden lokal diskordant von Sanden mit „Leopardengefüge“ überlagert. „Schwarze Sande“ sind im gleichen Niveau in den Tagebauen Espenhain (bei Güldengossa und Markkleeberg) und Profen vorhanden.

Im gesamten Komplex ist ein relativ hoher FeS_2 -Gehalt festzustellen, der sich in blaugrünen Straten, Flecken und kugeligen Relikten äußert. An der Böschung traten besonders im oberen Teil gelbe Schwefelausblühungen auf.

Schicht 6: 0–1,2 m

An der Ostböschung (Profile 9–11) und im westlichen Teil der Nordböschung (Profile 1–4) folgt im Hangenden der bisher beschriebenen Einheiten ein unterschiedlich mächtiger Tonhorizont, der als Haselbacher Ton bezeichnet wird. Zum Hangenden geht der Ton allmählich in Schluff über. Der Ton ist im unteren Teil relativ fett, bräunlichgrau und enthält lokal Pflanzenhäcksel. Im Profil 3 findet sich an der Basis des Tons eine 0,3 m mächtige stark schluffige Braunkohle. In diesem Niveau tritt – durch Bohrungen belegt – in W- und NW-Richtung ein stark kohligter Schluff bzw. ein schluffiges Braunkohlenflöz auf, das in der Braunkohlenerkundung ursprünglich als Liegendbegleiter des Flözes IV (IV_L) bezeichnet, später aber als eigenständiges Flöz innerhalb der Hainer Sande angesehen wurde.

Da in dieser stratigraphischen Position häufig ein Flöz angetroffen wird, das zum Flöz IV-Komplex gezählt wird (Unterbänk Flöz IV, Flöze Dieskau und Lochau), kann nicht ausgeschlossen werden, daß es sich hier ebenfalls um ein entsprechendes Flözäquivalent handelt.

Charakteristisch für den Haselbacher Ton ist eine reiche Flora, die an der Basis des Tonkomplexes im ehemaligen Tagebau Haselbach gefunden wurde. Weitere Florenfunde im Verbreitungsgebiet des Tons führten zur Definition des Haselbacher Florenkomplexes (MAI & WALTHER 1978), der u. a. durch das erstmalige Auftreten arktotertiärer Elemente charakterisiert wird. Damit deutet sich ein Floren- und Klimaumbbruch an.

Aus dem Tagebau Witznitz beschrieb bereits KIRCHHEIMER (1939) in „dysodilartigen Kohle-tonen“ 2–3 m über dem Hauptflöz (Flöz II/III) eine Flora, die nach MAI & WALTHER (1978) zum Haselbacher Komplex gehört.

Sporenstratigraphisch wurde im Bereich der „Haselbacher Serie“ mehrfach die Zone 20 (KRUTZSCH, zit. in: MAI & WALTHER 1978) und damit oligozänes Alter (Rupelian) nachgewiesen.

Schicht 7: 0,4–1,2 m

Dieser meist nur wenige Dezimeter mächtige Komplex stellt die interessanteste Ablagerung der Abfolge dar. Es handelt sich um einen stark schluffigen Feinsand, der rein weiß sein kann, meist aber durch Bioturbation unregelmäßig aschgrau-weiß strukturiert ist. Einzelne als „Ausgleichsgefüge“ bezeichnete Grabspuren werden auf flachgrabende Individuen (z. B. Muscheln) zurückgeführt (WALTER, LfUG, frdl. mdl. Mitt.). Auffällig sind unregelmäßig geformte, bis 10 cm lange „Spuren“ mit schwarzer Ummantelung. Die Füllung ist weiß und schwarzbraun gesprenkelt. Der Querschnitt ist meist sternförmig. Da in diesem Horizont auch Wurzelreste des hangenden Flözes IV auftreten, die ebenfalls mit kohligter Substanz umgeben sind, war bisher keine sichere Identifizierung möglich. Im Tagebau Espenhain konnten in dieser Schicht vereinzelt *Ophiomorpha*-Bauten gefunden werden. In diesem Horizont treten die Tertiärquarzite auf.

Die Tertiärquarzite sind im Gegensatz zu den bisher beschriebenen verfestigten Horizonten (Schichten 1 und 4) lokal als unregelmäßige brotlaibförmige Körper ausgebildet. Sie treten meist nur wenige Dezimeter unter dem Flöz IV auf und entwickeln sich aus den Sanden der Schicht 7.

Die Funde des Schwertschwanzträgers *Limulus decheni* (ZINCKEN 1862) in den Tertiärquarziten bei Teuchern sorgten seitdem für Diskussionsstoff über die Genese der Sande. ZINCKEN sah sie als Beweis für die marine Entstehung des „Braunkohlensandsteins“. BELLMANN (1967) nahm als Bildungsraum einen limnisch-brackischen Übergangsbereich an. Für die Verkiesselung setzt HOHL (1957) feuchtwarmes Klima mit Trockenperioden voraus, in denen die Absenkung des Grundwasserspiegels zur Quarzitbildung führte.

4. Tagebau Bockwitz

Eine ähnliche Abfolge wurde im N-Teil des Tagebaus Bockwitz (vgl. Abb. 3) angetroffen und als Profil B1 dokumentiert (Abb. 7). Der liegende Teil des Aufschlusses stand bereits unter Wasser.

Die aufgeschlossenen Schichten konnten mit den Ablagerungen des Tagebaus Witznitz im Niveau der Hainer Sande korreliert werden (Schichten 2–7). Die sedimentologischen Unterschiede innerhalb der Sandfolgen sind aus dem Profil einer benachbarten Bohrung nicht ableitbar (vgl. Abb. 7).

Im gesamten Ostbereich des Tagebaus Bockwitz wird das Flöz IV durch die Thierbacher Schichten erodiert. Lokale Erosionsbereiche sind bis in den Raum Witznitz nachweisbar (vgl. Abb. 3). Die Thierbacher Schichten repräsentieren ebenfalls einen fluviatilen Komplex (LÖTSCH u. a. 1994), der bei tiefergreifender Erosion die Hainer Sande in unterschiedlichem Maße kappt. So können die fluviatilen Ablagerungen der Hainer Sande (Schichten 2, 3) unmittelbar vom Thierbacher Flußsystem überlagert werden. Eine klare Trennung der beiden zeitlich unterschiedlichen Komplexe ist kaum möglich. In diesem Zusammenhang sollte bei Florenfunden auf eine genaue Aufschlußbeschreibung geachtet werden. Möglicherweise dürfte eine Überarbeitung der im Tagebau Bockwitz durchgeführten Profilaufnahme (PÖPPELREITER 1992) zu präzisierten Interpretationen führen.

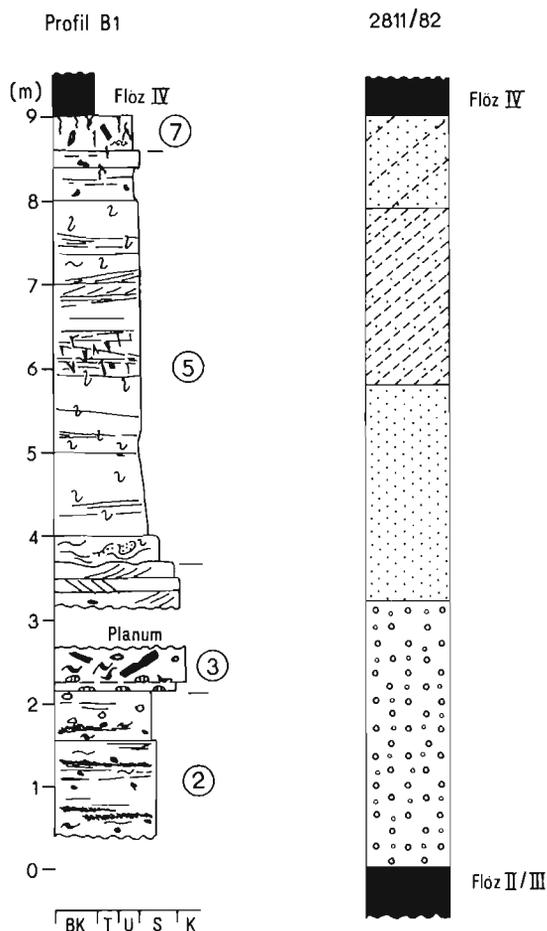


Abb. 7. Vergleich der Lithologie des Profiles B1 am N-Rand des ehemaligen Tagebaus Bockwitz mit der Schichtdokumentation einer in Aufschlußnähe befindlichen Bohrung

5. Interpretation

Die bankige, schräggeschichtete Abfolge an der Basis der Hainer Sande (Schicht 2) stellt ein mäandrierendes Flußsystem mit Überflutungsbereichen und zeitweilig vorhandenen Tümpeln dar. Bei starker Wasserführung verlagern sich die Flußrinnen. In den so entstandenen Altwasserarmen sammeln sich Pflanzenreste an. Die Lagen mit Pflanzenhäcksel sprechen für Stillwasserbereiche. Die Flora verweist auf einen Eichen-Lorbeer-Wald unter subtropischem Klima. In der Nähe des Mündungsbereiches verzweigt sich der Fluß in mehrere Arme. Es kommt zur Verflachung der Rinnen und zur flächenhaften Ausweitung der fluviatilen Schüttungen.

Die „turbulente“ Schicht 3 mit eingelagerten Baumstämmen und zahlreichen Holzresten stellt bereits Ästuarablagerungen mit einem kurzzeitigen hochenergetischen Ereignis dar. Der Verlauf des Paläoflußsystems und des Deltabereiches wird durch die Isopachen in Abb. 3 deutlich. Der an der Nordböschung des Tagebaus aufgeschlossene Bereich zeigt die allmähliche Mächtigerungsverringerung und das laterale Auskeilen der Sande (vgl. Abb. 2a und 2b). Die noch in Profil 5 vorhandene Schicht 1 fehlt bereits im Profil 4. Die Sande der Schicht 2 werden nach W geringmächtiger und treten im Profil 3 nicht mehr auf. Schicht 3 geht allmählich in Stillwasserablagerungen über, die im Profil 2 dann ebenfalls fehlen.

Die Profilabstände betragen jeweils ca. 90 m. Daraus wird deutlich, daß die Ästuarablagerungen eine größere Fläche einnehmen als die Flußrinnen der Schicht 2. Demnach hat sich der Mündungsbereich des Hainer Flusses landwärts, d. h. etwas nach Süden, verschoben. Dies weist auf schwach transgressive Tendenzen hin.

Über diesen Ablagerungen ist eine zeitliche Lücke anzunehmen, in der es in diesem Raum wieder zur Verlandung kam. Hinweise darauf sind die verfestigten Sande (Schicht 4), in denen Wurzelböden auftreten und ein geringmächtiges Flöz (Profil 3). Dieses Flöz erreicht in Richtung W und NW größere Verbreitung. Eine Vermoorung in diesem Niveau konnte auch im Tagebau Espenhain (Profil E1, hier nicht dargestellt) nachgewiesen werden.

Transgressiv setzen im Hangenden flachmarine Ablagerungen ein, die in dünnbankigem Wechsel von Sanden und Schluffen flache Großrinnen bilden (Schicht 5). Die Abfolge ist stark bioturbiert. Das Gefüge ist teilweise völlig aufgelöst. Das Auftreten von *Skolithos*, *Macaronichnus* und *Psilonichnus upsilon* sowie die Sedimentgefüge verweisen auf flachmarine Verhältnisse. Vermutlich handelt es sich um Ablagerungen des oberen Vorstrandes. Für gelegentliche Strandnähe sprechen seifenartige Schwermineralanreicherungen, die bevorzugt im NE-Bereich der Böschung auftreten. Schwarze und weiße schräggeschichtete Sande im gleichen Niveau werden als Dünen gedeutet.

Lateral setzen sowohl nach E als auch nach W Tone ein, die bevorzugt an der Basis Pflanzenfossilien führen, im Aufschlußbereich jedoch relativ steril waren. Vergleichbare Beschreibungen der Tone (BARCKHAUSEN 1995) werden als Haff- bzw. Lagunenbildungen interpretiert (Schicht 6). Die Flora sowie sporenstratigraphische Untersuchungen belegen Unteroligozän (Rupelian).

Insgesamt ergibt sich für den Raum Witznitz in diesem Zeitabschnitt das Bild einer Flachmeerküste, möglicherweise mit Wattgebieten. Eine Nehrung oder Untiefe trennt das Flachmeer von einem südlich und nordöstlich gelegenen Haffbereich ab.

Diese Abfolge wird flächendeckend von schluffigen, sehr feinkörnigen Sanden überlagert, die unregelmäßig bioturbiert sind. Einzelne Grabsuren von *Ophiomorpha nodosa* weisen auf flachmarine Bedingungen im shore face-Bereich hin. Sandig-siltige Sedimente werden von REINECK (1990) als charakteristische Ablagerungen im Übergangsbereich zwischen Küstensand und Schelfschlick beschrieben. Der siltige Feinsandhorizont konnte im gesamten Südostrraum von Leipzig in den Tagebauen Espenhain, Witznitz und Bockwitz nachgewiesen werden. Da dieser Komplex **über** dem unteroligozänen Ton und **unter** dem unteroligozänen Flöz IV (Zone 20, „Calauer Bild“: KRUTZSCH u. a. 1992) liegt, muß er, ebenso wie die an diesen Horizont gebundenen Tertiärquarzite, ebenfalls unteroligozänes Alter aufweisen.

Die Tertiärquarzite sind im gesamten Südraum von Leipzig verbreitet. Sie werden aufgrund der Lokalbezeichnungen jeweils im Hangendbereich der Domsener Sande (Profen), der Zeitzer Sande (Schleenhain, Groitzscher Dreieck) und der Hainer Sande (Witznitz) beschrieben. Sie sind jedoch auch in Espenhain und Bockwitz unterhalb des Flözes IV vertreten.

Die erwähnten *Limulus*-Funde im Quarzit bei Teuchern brachte bereits VETTER (1933 in: BELLMANN 1967) mit dem Oligozänmeer in Verbindung. *Limuliden* bewohnen rezent die Flachmeerbereiche der nord- und mittelamerikanischen Ostküste.

Die marinen Ablagerungen der Schicht 7 weisen auf eine erneute Ingression hin. Sie können dem shore face-Bereich zugeordnet werden und bilden damit den tiefsten Abschnitt des Küstensandprofils in der bisher beschriebenen Abfolge. Ihre Verbreitung im Raum Witznitz/Bockwitz läßt auf eine weiter südlich bzw. südöstlich gelegene Küstenlinie schließen. Später muß der Bereich relativ rasch an die Oberfläche gelangt sein. Dafür sprechen die Quarzitbildung und die aus dem überlagernden Flöz IV stammenden Wurzelreste.

Da die „Hainer Sande“ aus zwei sowohl zeitlich als auch faziell unterschiedlichen Sandfolgen bestehen, sollte der Begriff „**Hainer Sande**“ lediglich auf den unteren, fluviatilen Bereich bezogen werden. Der obere Abschnitt ähnelt im lithologischen Aufbau eher den **Domsener Sanden**. Sowohl für die Domsener als auch für die Zeitzer Sande sollten detaillierte Aufschlußdokumentationen durchgeführt werden, da in diesen summarisch für den gesamten Sandkomplex geltenden Namen vermutlich ebenfalls zeitlich unterschiedliche Bildungen auftreten.

Die beschriebene Eozän-Oligozän-Abfolge im Tagebau Witznitz repräsentiert ein Vertikalprofil, das als Ausgangspunkt für künftige flächendeckende Gliederungen z. B. im Rahmen der Horizontkarten Tertiär dienen soll.

Literatur

- BARCKHAUSEN, J. (1995): Erläuterungen Blatt 2616 Brake. – Geol. Karte Niedersachsen 1:25000: 1–183, Hannover.
- BELLMANN, H.-J. (1967): Zur Tertiärquarzitbildung im Weißeelsterbecken. – Z. angew. Geol. **13**: 155–156, Berlin.
- BELLMANN, H.-J., EISSMANN, L.; MÜLLER, A. (1990): Das marine und terrestrische Mitteltertiär in den Großaufschlüssen der südlichen Leipziger Bucht. – Exk.führer Geotagg. 1990, Exk. V-1: 2–11, Bremen.
- BLUMENSTENGEL, H.; VOLLAND, L. (1995): Geologische Aufschlußdokumentation stillgelegter Braunkohlentagebaue am Beispiel des Referenzprofils im Tagebau Merseburg-Ost. – Mitt. Geol. Sachsen-Anhalt **1**: 55–67, Halle.
- BLUMENSTENGEL, H.; KRUTZSCH, W.; VOLLAND, L. (1996): Revidierte Stratigraphie tertiärer Ablagerungen im südlichen Sachsen-Anhalt, Teil 1: Raum Halle-Merseburg. – Hallesches Jahrb. Geowiss., B, **1**: 1–101, Halle.
- DOLL, G. (1984): Zur zyklischen Ausbildung des Tertiärs im Zentrum des Weißeelsterbeckens. – Z. geol. Wiss. **12**: 575–583, Berlin.
- EISSMANN, L. (1968): Überblick über die Entwicklung des Tertiärs in der Leipziger Tieflandsbucht (Nordwestsachsen). – Sächs. Heimatbl. **14**: 25–37, Dresden.
- EISSMANN, L. (1970): Geologie des Bezirkes Leipzig – Eine Übersicht. – Natura regionis Lipsiensis 1/2: 1–174, Leipzig.
- EISSMANN, L. (1978): Das Känozoikum im Saale-Elbe-Gebiet. Leitlinien. – Unveröff. Ergebnisbericht, VEB GFE Halle, BT. Freiberg.
- EISSMANN, L., LITT, T. (1994): Das Quartär Mitteldeutschlands. Ein Leitfaden und Exkursionsführer. Mit einer Übersicht über das Präquartär des Saale-Elbe-Gebietes. – Altenbg. nat. wiss. Forsch. **7**: 1–458, Altenburg.
- EISSMANN, L. (1997): Das quartäre Eiszeitalter in Sachsen und Nordostthüringen. – Altenbg. nat. wiss. Forsch. **8**: 1–98, Altenburg.
- HOHL, R. (1957): Die Entstehung unserer Tertiärquarzitlagerstätten. – Silikattechnik **8, 9**: 368–372, Berlin.
- HOHL, R. (1959): Der Haselbacher Ton des Weißeelsterbeckens. – Z. angew. Geol. **12**: 589–596, Berlin.
- KIRCHHEIMER, F. (1939): Paläobotanische Beiträge zur Kenntnis des Alters deutscher Braunkohlenschichten IV. – Braunkohle **38**: 409–415, 425–437, Halle.
- KRUTZSCH, W.; BLUMENSTENGEL, H., KIESEL, J.; RÜFFLE, L. (1992): Paläobotanische Klimagliederung des Alttertiärs (Mittelozeän bis Oberoligozän) in Mitteldeutschland und das Problem der Verknüpfung mariner und kontinentaler Gliederungen (klassische Biostratigraphien – paläobotanische-ökologische Klima- und Evolutionsstratigraphie der Vertebraten). – N. Jb. Geol. Pal., Abh. **186**, 1–2: 137–253, Stuttgart.
- LAUER, D. (1983): Analyse der faziellen Entwicklung des Känozoikums im Weißeelsterbecken zur Ableitung eines Genesemodells für das Leipziger Braunkohlenrevier. – Unveröff. Dissertation, Bergakademie Freiberg.

- LOTSCH, D.; AHRENS, H.; KRETZSCHMAR, W., WALTHER, H.; FISCHER, O.; HEINICKE, L. (1994): Gliederungsmöglichkeiten der Thierbacher Schichten nach Ergebnissen paläobotanischer Untersuchungen. – Hallesches Jahrb. Geowiss. **16**: 1–21, Halle.
- MAI, D. H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. – Gustav Fischer Verlag Jena: 1–691, Jena.
- MAI, D. H., WALTHER, H. (1978): Die Flora der Haselbacher Serie im Weißeiberbecken. – Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden **28**: 1–101, Leipzig.
- MAI, D. H.; WALTHER, H. (1991): Die oligozänen und untermiozänen Floren NW-Sachsens und des Bitterfelder Raumes. – Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden **38**: 1–230, Dresden.
- PETZELBERGER, B. (1994): Die marinen Sande im Tertiär der südlichen Niederrheinischen Bucht. – Sedimentologie, Fazies und stratigraphische Deutung unter Berücksichtigung der Sequenz-Stratigraphie. – Dissertation: 1–112, Bonn.
- PÖPPELREITER, M. (1992): Sedimentologische Untersuchungen in einem Abschnitt des Thierbacher Flusses im Tagebau Bockwitz. – Unveröff. Ing.arbeit, TU Bergakademie Freiberg.
- REINECK, J.-E. (1990): Küstensand-Ablagerungen. – Mainzer geowiss. Mitt. **19**: 49–62, Mainz.
- STANDKE, G. (1995): Horizontkarten des Tertiärs in Sachsen. – Z. geol. Wiss. **23** (1/2): 103–117, Berlin.
- SUHR, P. (1991): Allochthone phosphorisierte Ichnofossilien aus den Böhlener Schichten der Weißeiberschenke. – Mauritiana **13**: 225–232, Altenburg.
- WALTER, H. (im Druck): Zur Paläontologie der Böhlen-Folge im Tertiär des Weißeiberbeckens (Deutschland). – Leipziger Geowiss. Abh., Leipzig.
- WALTHER, H.; DOLL, G. (1986): Exkursionsführer, Weißeiberbecken, Ges. geol. Wiss., Berlin: 1–28.
- ZINCKEN, C. (1862): *Limulus Decheni* aus dem Braunkohlensandstein bei Teuchern. – Z. ges. Naturwiss. **19**: 329–331, Berlin.

Eingegangen am 4. 8. 1997

Dipl.-Geol. GERDA STANDKE, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Bereich Boden und Geologie, Postfach 1341, D-09538 Freiberg