Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	11 (2004), 1/2	S. 49-72	2 Abb., 5 Tab., 4 Taf., 31 Lit.
----------------------------------	--------------	----------------	----------	---------------------------------

Die miozänen Ablagerungen und Pflanzenfossilien des Deckgebirges im Tagebau Cottbus-Nord im Rahmen der sequenzstratigraphischen Gliederung des Neogens der Lausitz

The Miocene deposits and plant fossils of the overburden rocks in the Cottbus-Nord opencast mine within the framework of the Neogene sequence-stratigraphic chart of the Lausitz

MICHAEL GÖTHEL & WILFRID SCHNEIDER

1. Einleitung

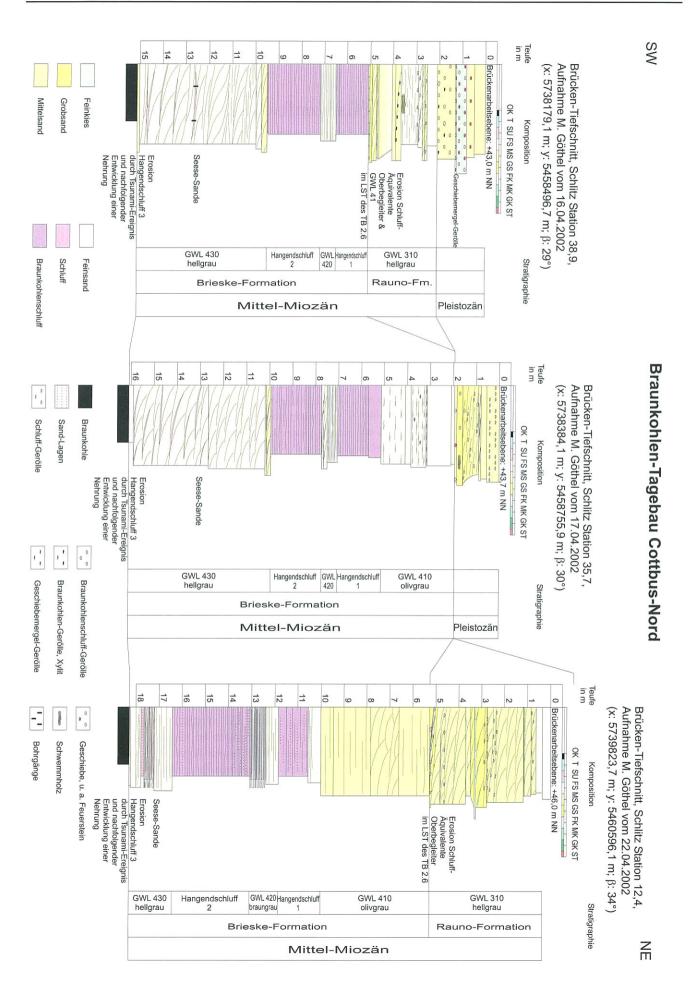
Im Deckgebirge des Tagebaus Cottbus-Nord wird seit 1999 im Niveau des feinsandig entwickelten Grundwasserleiters 410, der über dem Hangendschluff-Komplex des 2. Lausitzer Flözes lagert, ein weiträumig verbreiteter Grundwasserleiter mit grobsandig-feinkiesigen Partien angeschnitten. Vom kartierenden Tagebau-Geologen Herrn Lutz Schaarschmidt ist erkannt worden, dass dieser Grundwasserleiter zu einer Veränderung des hydrologischen Regimes im Deckgebirge führt. Deshalb wurde er von ihm in den Schlitzprofilaufnahmen und laufenden Böschungskartierungen für die Abbauführung des Tagebaus ausgehalten. Bisher konnte dieser Grundwasserleiter aus den geologischen und bohrlochgeophysikalischen Erkundungsergebnissen nicht erkannt werden. Da er aus diesem Grund im geologischen Lagerstättenmodell des Tagebaus unberücksichtigt blieb, fehlten Aussagen zu seiner Wasserdurchlässigkeit. Ausgehend von der geologischen Situation im Tagebau konnten die Bohrerkundungsergebnisse für das Deckgebirge des 2. Lausitzer Flözes im Vorfeld des Tagebaus Cottbus-Nord neu interpretiert und der zusätzliche Grundwasserleiter 310 im Lagerstättenmodell für den zukünftigen Abbaubetrieb ausgehalten werden. Diese Arbeiten erfolgten im Auftrag der Lausitzer Braunkohle AG (jetzt Vattenfall Europe Mining AG) durch die Gesellschaft für Montan- und Bautechnik mbH im Rahmen einer Projektstudie (GÖTHEL 2002b). Die lithologische Charakterisierung, genetische Interpretation und stratigraphische Einbindung in die regionalgeologische Situation des Neogens der Lausitz werden als Teil dieses Projektes im Folgenden dargestellt und diskutiert. Im Besonderen werden dazu die Ergebnisse paläobotanischer Untersuchungen des Koautors vorgestellt und interpretiert. Eine taxonomische Bearbeitung der Pflanzenfossilien soll in einer separaten Publikation erfolgen.

2. Lithologie und sedimentäres Strukturinventar

Das präglaziale Deckgebirge des Tagebaus Cottbus-Nord baut sich nach Beobachtungen an der Kopfböschung (Befahrung vom 23.01.2002) und drei feinstratigraphischen Schlitzprofilaufnahmen vom April 2002 (Abb. 1) wie folgt auf. Über dem 2. Lausitzer Flöz lagern als Oben-grob-Sequenz und mit einer gröberen Basis-Lage (*lag*) die hellen Sande des GWL 430. An der Kopfböschung in der Nähe des Schwenkendes sind gebogene Schrägschichtungssets, Partien mit Fischgräten-Schichtung (*herringbone cross stratification*) und geringmächtige Abschnitte mit Schluff-Flaserschichtung (*current ripple stratification*, CRS) typisch. Der hier 0,35 bis 0,5 m mächtige Topbereich ist braungrau gefärbt und zeichnet sich durch lehrbuchhafte, beulige Schrägschichtung (*hummocky cross stratification*, HCS) aus. In Schluff-Drapierungen (*mud drapes*) gebogener Schrägschichtungssets wurden senkrechte feinsandgefüllte Schlote gefunden, bei denen es sich um *Ophiomorpha* handeln könnte. *Ophiomorpha* ist ein typisches Spurenfossil von Tempestiten (EINSELE 2000).

Der darüber lagernde dunkelbraungraue kohlige Hangendschluff 2 ist typisch feingeschichtet bzw. laminiert. Die Schichtflächen sind oft flach gebogen und erosiv. Dadurch entstehen flache Linsen. Auf den Schichtflächen befinden sich oft Hellglimmer-Anreicherungen. Nach oben nehmen Feinsand-Laminen und -Lagen zu. Sie leiten zu den olivgrauen, schluffigen Feinsanden des GWL 420 über. Sie sind generell feingeschichtet und führen Schluff-Lagen. Am Schlitzprofil der Station 35,7 wurden sie als Unten-grob-Sequenz angetroffen. Hier traten im unteren Teil Schluff-Lagen und mittelsandige Grobsand-Schmitzen auf, die als gebogene Schrägschichtungslamellen gedeutet werden. Der obere Teil besteht aus einer feingeschichteten Feinsand (schluffig)/ Schluff-Wechsellagerung. Es folgt der dunkelbraungraue Hangendschluff 1, der gegenüber dem Hangendschluff 2 nur schwach kohlig, dafür aber feinsandig ausgebildet ist. Nach der Schlitzprofilaufnahme an der Station 12,4 führt er Feinsand-Laminen und -Lagen. Auf den Schichtflächen treten Hellglimmer-Anreicherungen auf.

In den Schlitzprofilen der Stationen 35,7 und 12,4 lagern über dem Hangendschluff 1 die olivgrauen Sande des GWL 410. An der Station 35,7 wurden Feinsande mit wechselndem Schluff- und Mittelsand-Gehalt angetroffen. Hier treten im



mittleren Teil schluffige Schmitzen und hellolivgraue Feinsand-Schmitzen auf, die auf Flaser- und Linsenschichtung hinweisen. Sehr vereinzelt wurden im mittleren Teil Xylite beobachtet. An der Station 12,4 entwickelt sich der GWL 410 aus dem Hangendschluff 1. Dieser Übergang besteht aus einem stark schluffigen Feinsand, der im basalen Teil noch Schluff-Lagen führt. Darüber lagern Mittel- bis Feinsande, die schwach schluffig sind und Schluff-Lagen führen. Im mittleren Teil treten flach-trogförmige (oder bogige?) Schrägschichtungssets auf, die nach unten aufeinander zulaufen.

Mit einer scharfen erosiven Grenze lagern nach dem Schlitzprofil an der Station 12,4 über den Sanden des GWL 410 bzw. nach dem Schlitzprofil an der Station 38,9 über dem Hangendschluff 1 helle Sande unterschiedlicher Farbtönung, die im bisherigen geologischen Erkundungsmodell dem Quartär oder dem GWL 410 zugeordnet wurden. Diese teilweise grobsandigen bis feinkiesigen und insgesamt heterogen zusammengesetzten Sande werden nach den Ergebnissen vorliegender Bearbeitung dem GWL 310 zugeordnet (siehe Abschnitt 4). Die fortschreitende Kartierung der Basissande der Rauno-Formation bzw. des GWL 310 hat anhand der Schlitzprofilaufnahmen im Zeitraum von 2000 bis April 2002 ihre flächenhafte, großräumige Verbreitung gezeigt. Im zukünftigen Abbaugebiet des Tagebaus Cottbus-Nord lässt sich ihre großräumige Verbreitung nach der Neuinterpretation der geologischen und bohrlochgeophysikalischen Ergebnisse weiter verfolgen (GÖTHEL & PETZOLD 2002). Die im GWL 310 vorkommenden grobkörnigen Partien unterschiedlichen Niveaus weisen gegenüber den feinkörnigen Partien eine flächenmäßig geringere, jedoch noch ebenfalls großräumige Verbreitung auf.

Die Sande des GWL 310 beginnen generell mit einer grobsandig-kiesigen Basis. 1999 wurden von Herrn Lutz Schaarschmidt/LAUBAG kantengerundete Quarzgerölle bis 3 cm Durchmesser und Sandstein-Gerölle bis 7 cm Länge aus dem Basisbereich am Schwenkende des Tagebaus geborgen. In der von ihm übergebenen Probe aus dem Basisbereich wurde der Zahn eines *Neoselachii* (moderner Hai oder Rochen) identifiziert.

Bei den Schlitzprofilaufnahmen im April 2002 machte der Grundwasseraustritt an der Basis des GWL 310 eine genaue Untersuchung unmöglich. Die an der Kopfböschung am Schwenkende des Tagebaus anstehende Basis der insgesamt hellen Sande (Tab. 1, Taf. 1) wurde genauer untersucht und wird hier durch drei Tempestit-Sequenzen aufgebaut, die jeweils aus drei Einzelstraten bestehen:

Tempestit-Sequenz:

- Strate mit homogener Körnigkeit und undeutlicher Schichtung
- 2. Strate mit beuliger Schrägschichtung (HCS)
- 1. massige Strate mit Schluffgeröllen und Schlufffetzen, an der Basis Kleinrinnen (*gutter casts*).

In der untersten Tempestit-Sequenz befindet sich eine Farbgrenze. Die Schicht mit HCS fehlt. An der Kopfböschung am Schwenkende des Tagebaus wurde in dieser basalen Folge ein flacher, dunkelbraungrauer Schluff-Brocken von etwa 1 m Breite beobachtet (Taf. 1).

Die geringmächtige, grobsandig-kiesige Basis-Lage (ca. 0,1 m) wurde auch bei der Aufnahme der Schlitzprofile festgestellt. Es wurden Quarz-Gerölle bis 1,5 cm gefunden. Die Darstellung der Schlitzprofilaufnahmen (Abb. 1) lässt erkennen, dass die hellen Sande aus Unten-grob-Sequenzen aufgebaut werden. Wichtig ist, das gröbere Partien (bis Feinkies) mit feineren Partien (bis Feinsand) wechseln und die hellen Sande insgesamt sehr heterogen zusammengesetzt sind.

Über dem Basisbereich der Sande des GWL 310 (Tab. 1, Punkte 1 bis 6) folgen großmaßstäbliche, bogige Schrägschichtungssets mit Einfallen der Lamellen nach E bis SE (Tafel 1, Tafel 2) sowie Tempestit-Sequenzen (Taf. 2) mit beuliger Schrägschichtung (hummocky cross stratification, HCS) und darüber folgender Schluff-flasriger Rippelschichtung (current ripple stratification, CRS).

Bemerkenswert sind die Rinnenfüllungen innerhalb der insgesamt hellen Sande des GWL 310, wie sie durch Frau Dipl.-Geoln. Ulrike Seidler und Herrn Dipl.-Geol. Rainer Thiele/LAUBAG während einer Befahrung am 31.05.2002 an der Station 38,8 am Brückentiefschnitt beobachtet und fotografisch dokumentiert wurden. Hier trat eine grobsandige, hellgraue Rinnenfüllung von mehreren Dezimetern auf, die erosiv in hellbraungrauen Feinsanden mit Schluffgeröllen lagert.

Neben den häufig vorkommenden dunkelbraungrauen Schluff-Geröllen, die zum Teil als Schlamm-Drapierungen (*mud drapes*) in schluffige Lamellen der bogigen Schrägschichtungssets übergehen (Taf. 2), fallen braungraue Schluff-Gerölle auf, die inkohlte Blatt- und Stengelreste führen. Bei der Aufnahme des Schlitzprofils an der Station 38,9 wurde über dem gröberen basalen Bereich ein abgerollter Stammrest angetroffen, der zusammen mit den Pflanzenrest führenden Schluffgeröllen in hellgraubraunen Feinsanden lagerte.

Abb. 1

Lithologie und Stratigraphie des Deckgebirges am Brückentiefschnitt im Tagebau Cottbus-Nord im April 2002

Fig. I Lithology and stratigraphy of the overburden rocks at the bridge deep cut in the Cottbus-Nord opencast mine in April 2002

Tab. 1

Lithologie und sedimentäres Strukturinventar des Basisbereichs der Sande des GWL 310 an der Kopfböschung am Schwenkende des Tagebaus Cottbus-Nord (Aufnahme Michael Göthel, 23.01.2002)

Tab. 1

Lithology and sedimentary structure content from the basal part of the aquifer GWL 310 sands at the end of the bench of the Cottbus-Nord opencast mine

(recorded by Michael Göthel, 23.01.2002)

Hangendes	1,3 m	bogiges Schrägschichtungsset mit Einfallen der Lamellen nach E bis SE und Schrä schichtung niederer Ordnung, nach oben und unten Horizontalschichtung übergehend				
	0,6 m	bogiges Schrägschichtungsset wie oben				
	scharfe Schichtgrenze					
6.	0,6 m bis 0,7 m	hellbraungraue Mittel- bis Grobsande mit zahlreichen dunkelbraungrauen Schluffgeröllen und Schlufffetzen, nach oben durch beulige Schräg- schichtung (hummocky cross stratification, HCS) auflösend und feinkörniger				
	unebene Schichtgrenze	mit Kleinrinnen (gutter casts)				
5.	0,06 m bis 0,07 m	hellbraungraue Fein- bis Mittelsande mit undeutlicher Schichtung				
	scharfe Schichtgrenze					
4.	0,06 m	hellbraungraue Sande mit beuliger Schrägschichtung (hummocky cross stratification, HCS)				
	unebene Schichtgrenze					
3.	0,16 m bis 0,18 m	hellbraungraue, z. T. kiesige Mittel- bis Grobsande mit zahlreichen dunkelbraungrauen Schluffgeröllen und Schlufffetzen				
	unebene Schichtgrenze	mit Kleinrinnen (gutter casts)				
2.	0,04 m bis 0,06 m	hellbraungraue Fein- bis Mittelsande mit undeutlicher Schichtung				
	scharfe, ebene Farb- und Schichtgrenze					
1.	0,1 m	braungraue schluffige und kiesige Grobsande mit zahlreichen dunkelbraungrauen Schluffgeröllen (gutter casts nicht beobachtet, fehlend ?)				
	unebene Schichtgrenze					
Liegendes		Hangendschluff-Komplex				

3. Pflanzenfossilien allochthoner Schollen und ihre Interpretation

3.1 Probenherkunft

Im August 2002 wurden an der Kopfböschung nebeneinanderliegend im Basisbereich der Sande des GWL 310 ein weiterer Stammrest, mehrere umgelagerte Braunkohlen-Schollen (Mächtigkeit 0,6 bis 0,7 m) sowie umgelagerte, braungraue, Pflanzenreste führende Schluff-Schollen (Mächtigkeit ca. 0,1 m) angeschnitten. Letztere entprechen lithologisch den beschriebenen braungrauen Schluffgeröllen mit inkohlten Pfanzenresten (s. Abschn. 2). Eine dieser Braunkohlen-Schol-

len sowie eine Schluff-Scholle mit inkohlten Pflanzenresten wurde am 02.09.2002 von Herrn Dipl.-Geol. Rudolf Bönisch und Herrn Dipl.-Geol. Rainer Thiele/LAUBAG zwecks paläobotanischer Untersuchungen beprobt.

Zum Vergleich der Pflanzenassoziationen in den allochthonen Schollen wurde eine in der Quartärrinne von Groß Lieskow durch den Tagebaubetrieb angeschnittene, pleistozän umgelagerte Braunkohlen-Scholle ebenfalls beprobt. Der Lagerungsverbund mit Flaschenton legt ihre Zugehörigkeit zum 1. Lausitzer Flöz nahe.

Taxodiaceae Sequola Glybotstrobus Taiwania Sciadopityaceae Ables? Myricaceae Milliaceae Magnoliaceae Filipiarcus anaccatoma Schiacadiaceae Magnoliaceae Magnoliaceae Magnoliaceae Milliaceae Magnoliaceae Milliaceae Milliaceae Milliaceae Milliaceae Milliaceae Milliaceae Milliaceae Milliaceae Magnoliaceae Milliaceae Mil				Inte	erp	raph		1
Sequoia Cinamicuts Cinami	Morphotaxa				Braunkohlen-Scholle der Nochten-Formation (mglw. Oberbegleiter- Komplex)		(8)	Auenschluff-Scholle
Taxodiaceae Cl. amplicavata 2 Enormicuts Enormicut	Sporomorphae (Auswahl)	0.1 m (oben)	U, I III (UDEII)	0,2 m	0,3 m	0,4 m	0.5 m (unten)	0,0 (4,1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.
Sciadopityaceae Sciadopitys Sciadopitys Sciadopitys Abies? Myrica								2000
Myricaceae Myrica? Myrica? Pelliculis sp., Adminoration sp., Pelliculis sp., Adminoration sp., Pelliculis sp., Adminoration sp., Adminor	opityspollenites							
Myricaceae Myrica Peliticulis sp. Disperse pelate Trichone All Aprica Peliticulis sp. Aprica Peliticulis macrostoma Aprica Peliticulis se. Aprica Peliticulis s	ollenites itus		100					
Pagaceae Quercus? merkaensis n. Sp. Piliparicutis homoensis n. Sp. Piliparicutis homoensis n. Sp. Piliparicutis homoensis n. Sp. Piliparicutis macrostoma Schisandraceae vel Illiciaceae Phylities senftenbergensis								
Schisandraceae vel Illiciaceae Magnoliaceae Ericaceae Gramineae Gramineae Graminophyllum tectirima Graminophyllum sp. Graminidites sp. Glumophyllum spinosum Levicutis complicata Illeapollenites angustiporatus Polyporopollenites sp. ulmaceae Ulmus Ulmus Ulmus Phyllites morphospecies 1 Alnus Alnus Phyllites morphospecies 3 Uuglandaceae Carya Caryapollenites stinobum Perpropollenites stigmosus Chenopodiaceae Mastixoideae? Mastixoideae? Nyssaceae Acer Phyllites tricuspidatus Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis lusatica		\pm	7000					District of the control of the contr
Magnoliaceae Ericaceae Gramineae Gramineae Gramineae Gramineae Graminophyllum sp. Graminidites sp. Glumophyllum sp. Graminidites sp. Glumophyllum spinosum Levicutis complicata Itea? Ulmus Ulmus Ulmus? Phyllites morphospecies 1 Alnus Alnus Alnus Phyllites morphospecies 3 Juglandaceae Carya Caryapolienites div. sp. Hamamelidaceae Liquidambar Phyllites trilobum Astixoideae? Mastixoideae? Nyssaceae Acer Phyllites tricuspidatus Phyllites tricuspidatus Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum fraeuselicutis fusatica Kraeuselicutis fusatica Kraeuselicutis lusatica Kraeuselicutis usatica Kraeuselicutis lusatica		+-		0		55.57		8
Ericaceae Kalmiophyllum tectirima Gramineae Gramineae Graminophyllum sp. Cyperaceae Glumophyllum sp. Cyperaceae Itea? Iteapollenites Levicutis complicata Iteapollenites Alous Phyllites morphospecies Alnus Phyllites morphospecies Carya Caryapollenites div. sp. Caryapollenites div. sp. Caryapollenites stigmosus Chenopodiaceae Liquidambar Phyllites trilobum Pricolporpopollenites Set qui edmundi Tricolporpopollenites Ex qui entre Palaquiophyllum Inenuetorosum Inenuetorosum		_	8	!	-	37,955	Jacan Tolkins	100
Gramineae Cyperaceae Cyperaceae Itea? Ulmus Ulmus Ulmus? Phyllites morphospecies 1 Alnus Alnus Phyllites morphospecies 3 Usignandaceae Carya Liquidambar Chenopodiaceae Mastixoideae? Aceraceae Acer Aceraceae Acer Phyllites tricuspidatus Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum Fraeuselicutis sp., Typus Probe 25993 Varipilicutis liblarensis Familia incertae sedis (Planktonites) Glumophyllum spinosum Levicutis complicates Iteapollenites Iteapollenites Iteapollenites Iteapollenites Iteapollenites Iteapollenites sp. Caryapollenites div. sp. Palaquiophyllum Incolporopollenites ex qr. edmundi Incolporopollenites ex qr. nyssoide Formen Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis usatica Kraeuselicutis sp., Typus Probe 25993 Varipilicutis liblarensis Covoidites, skulpturiert (Planktonites)		+	18					
Cyperaceae Cyperaceae Itea? Itea? Ileapollenites angustinoratus Polypropollenites sp. Ulmus Ulmus? Alnus Alnus Alnus Phyllites morphospecies 1 Carya Hamamelidaceae Carya Liquidambar Chenopodiaceae Mastixoideae? Nyssaceae Acer Phyllites tricuspidatus Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum tenuetorosum Ecutionites, skulpturiert (Planktonites) Graminidites sp. Iteapollenites sp. Iteapollenites angustinoratus Polypropollenites sp. Iteapollenites Alteapollenites sp. Iteapollenites				HOR		i iday	1 5 7 5	
Cyperaceae Cyperaceaeae Cyperaceaeae Cyperaceaeae Cyperaceaea	nidites sp.				2	\vdash	+	
Saxifragaceae Itea? Iteapollenites angustiporatus Ulmus Polyporpoplienites sp., ulmoide Formen Betulaceae Alnus Phyllites morphospecies 3 Juglandaceae Carya Caryapollenites indicates in periporpoplienites stigmosus Chenopodiaceae Liquidambar Phyllites trilobum Periporpoplienites stigmosus Chenopodiaceae Nyssa? Tricolporopollenites ex gr. edmundi fricolporopollenites ex gr. edmundi fricolporopollenites ex gr. nyssoide Formen Cuticulae incertae sedis (Planktonites) Familia incertae sedis (Planktonites) Ulmus Phyllites morphospecies 1 Polyvestibulopollenites alnoide Formen Caryapollenites div. sp. Periporopollenites ex gr. edmundi fricolporopollenites ex gr. nyssoide Formen Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis usatica Kraeuselicutis usatica Kraeuselicutis ilusatica Fraeuselicutis libaterensis Ovoidites, skulpturiert Pilzrest, zahnradförmig								Ŧ
Ulmus Polyporopollenites sp., ulmoide Formen Betulaceae Alnus Phyllites morphospecies 1 Betulaceae Alnus Phyllites morphospecies 3 Juglandaceae Carya Caryapollenites alnoide Formen Hamamelidaceae Liquidambar Phyllites trilobum Periporopollenites stigmosus Chenopodiaceae Tricolporopollenites ex gr. edmundi Tricolporopollenites ex gr. edmundi Tricolporopollenites ex gr. nyssoide Formen Aceraceae Acer Phyllites tricuspidatus Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis lusatica Kraeuselicutis sp., Typus Probe 22993 Varipilicutis liblarensis familia incertae sedis (Planktonites) Pilzrest, zahnradförmig		1000000	No.					t
Ulmus? Phyllites morphospecies 1 Betulaceae Alnus Phyllites morphospecies 3 Juglandaceae Carya Caryapollenites div. sp. Periporopollenites div. sp. Periporopollenites stigmosus Chenopodiaceae Mastixoideae? Tricolporopollenites ex. qr. edmundi Tricolporopollenites ex. qr. edmundi Tricolporopollenites ex. qr. edmundi Tricolporopollenites ex. qr. nyssoide Formen Aceraceae Acer Phyllites tricuspidatus Cuticulae incertae sedis Caryapollenites div. sp. Periporopollenites ex. qr. edmundi Tricolporopollenites ex. qr. enmandi Tricolporopollenites ex. qr. nyssoide Formen Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis lusatica Kraeuselicutis sp., Typus Probe 22993 Varipilicutis liblarensis familia incertae sedis (Planktonites) Ovoidites, skulpturiert Pilzrest, zahnradförmig	propollenites sp.,	+-						9255
Betulaceae Alnus Alnus Phyllites morphospecies 3 Juglandaceae Carya Carya Caryapollenites div. sp. Periporopollenites stigmosus Chenopodiaceae Mastixoideae? Nyssaceae Nyssa? Acer Phyllites trilobum Tricolporopollenites ex gr. edmundi Tricolporopollenites ex gr. edmundi Tricolporopollenites ex gr. edmundi Tricolporopollenites ex gr. envisoide Formen Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis lusatica Kraeuselicutis lusatica Kraeuselicutis lusatica Kraeuselicutis liblarensis familia incertae sedis (Planktonites) Pilzrest, zahnradförmig	<u>e Formen</u>	\top	Control	an and	100000			
Betulaceae Alnus Phyllites morphospecies 3 Juglandaceae Carya Caryapollenites div. sp. Periporopollenites stigmosus Chenopodiaceae Mastixoideae? Nyssaceae Nyssa? Acer Phyllites tricuspidatus Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis sp., Typus Probe 22993 Varipilicutis liblarensis familia incertae sedis (Planktonites) Alnus Phyllites morphospecies 3 Caryapollenites div. sp. Tricolporopollenites ex gr. edmundi Tricolporopollenites ex gr. nyssoide Formen Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis sp., Typus Probe 22993 Varipilicutis liblarensis Ovoidites, skulpturiert Ovoidites, glatt		p.						T
Hamamelidaceae Liquidambar Phyllites trilobum Periporopollenites stigmosus Chenopodiaceae Mastixoideae? Nyssaceae Nyssa? Acer Phyllites tricuspidatus Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis pp., Typus Probe 22993 Varipilicutis liblarensis familia incertae sedis (Planktonites) Periporopollenites stigmosus Tricolporopollenites ex gr. edmundi Tricolporopollenites ex gr. nyssoide Formen Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis pp., Typus Probe 22993 Varipilicutis liblarensis Ovoidites, skulpturiert (Planktonites) Pilzrest, zahnradförmig	; Formen	+			asses			1
Hamamelidaceae Chenopodiaceae Mastixoideae? Nyssaceae Nyssa? Acer Phyllites trilobum Periporopollenites stigmosus Tricolporopollenites ex gr. edmundi Tricolporopollenites ex gr. edmundi Tricolporopollenites ex gr. nyssoide Formen Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis lusatica Kraeuselicutis sp., Typus Probe 22993 Varipilicutis liblarensis familia incertae sedis (Planktonites) Pilzrest, zahnradförmig	pollenites div. sp.	1	T					T
Chenopodiaceae Mastixoideae? Nyssaceae Nyssa? Acer Phyllites tricuspidatus Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis lusatica Kraeuselicutis sp., Typus Probe 22993 Varipilicutis liblarensis (Planktonites) Pilzrest, zahnradförmig								1000
Mastixoldeae? Nyssaceae Nyssa? Acer Phyllites tricuspidatus Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis lusatica Kraeuselicutis sp., Typus Probe 22993 Varipilicutis liblarensis familia incertae sedis (Planktonites) ex gr. edmundi Tricolporopollenites ex gr. nyssoide Formen Virgaticutis brevivirgata Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis lusatica Kraeuselicutis sp., Typus Probe 22993 Varipilicutis liblarensis Ovoidites, skulpturiert Pilzrest, zahnradförmig	500							Г
	oropollenites edmundi					Î		100
Cuticulae ncertae sedis Camilia incertae sedis Covoidites, skulpturiert Covoidites, glatt Pilzrest, zahnradförmig	oropollenites nyssoide Formen							
Cuticulae ncertae sedis Reauselicutis lusatica Kraeuselicutis sp., Typus Probe 22993 Varipilicutis liblarensis familia incertae sedis (Planktonites) Palaquiophyllum tenuetorosum Kraeuselicutis lusatica Kraeuselicutis sp., Typus Probe 22993 Varipilicutis liblarensis Ovoidites, skulpturiert Pilzrest, zahnradförmig								COMMON.
Cuticulae incertae sedis Kraeuselicutis lusatica								
		\perp						L
familia incertae sedis (Planktonites) Planktonites Planktonit		\perp	100					1
familia incertae sedis (Planktonites) Ovoidites, skulpturiert Ovoidites, glatt Pilzrest, zahnradförmig		- Santa					_	-
(Planktonites) Ovoidites, glatt Pilzrest, zahnradförmig							_	100
Pilzrest, zahnradförmig	- 8 - A		8	4	102		-	\vdash
	es, glatt	6)533		4				+
Fungi				\dashv		-		\vdash
ramilia incertae sedis Meliola sp.		ses tes 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	Estate 1			\vdash		

Tab. 2

Pflanzenfossilien einer Braunkohlen-Scholle (Mächtigkeit 0,6 m) und einer separaten braungrauen Schluff-Scholle mit inkohlten Pflanzenresten (Mächtigkeit 0,1 m) aus dem Basisbereich der Sande des GWL 310 am Schwenkende des Tagebaus Cottbus-Nord

(Probenahme Rudolf Bönisch & Rainer Thiele/LAUBAG, 02.09.2002; Bestimmung Dr. Wilfrid Schneider/Hoyerswerda, 04.06.2003)

Tab. 2

Plant fossils of a lignite body (thickness 0,6 m) and a separate brownish gray silt body with lignified plant remains embedded in the basal part of the aquifer GWL 310 sands at the end of the bench of the Cottbus-Nord opencast mine (sampling by Rudolf Bönisch & Rainer Thiele/LAUBAG, 02.09.2002; determination by Dr. Wilfrid Schneider/Hoyerswerda, 04.06.2003)

3.2 Pflanzenfossilien einer Braunkohlen-Scholle

Nach makropetrographischen und paläobotanischen Kriterien kann die beprobte Braunkohlen-Scholle in zwei Straten gegliedert werden (Tab. 2).

Die untere Strate (Proben bei 0,2 m, 0,3 m, 0,4 m, 0,5 m entsprechend Tab. 2) wird petrographisch von einer Braunen Kohle mit unterschiedlicher Gewebeführung (Xylite, Blattfragmente, Samen) und wechselnden Schluffanteilen gebildet. Dies weist auf eine normale Basiskohle aus der F- bis K-Fazies gemäß Abschnitt 4.3, Tabelle 4 hin. An der Unterkante dieser Braunkohlen-Scholle fiel insbesondere Teredolites-Befall auf, der Schlussfolgerungen auf eine marine Umlagerung zur Zeit der Ablagerung des GWL 310 erlaubt. Die Kutikulen-Assoziation bestätigt mit häufigen Enormicutis medicavata grundsätzlich das Vorliegen einer K-Fazies bzw. eines Glyptostrobus-Sumpfwaldes. Allerdings ist die Laubwald-Komponente nur durch Arten mit einer relativ weiten faziellen Amplitude vertreten: Falcicutis varians, Varipilicutis liblarensis. Beachtlich sind dagegen Morphotaxa, die bisher aus den mittelmiozänen Braunkohlenflözen der Lausitz nicht bekannt sind. Namentlich gilt dies für bisher nicht beschriebene Taxa aus der Familie der Fagaceae (Pilisolicutis merkaensis sp. nov., Taf. 4/4) und der Lauraceae (Piliparicutis hornoensis sp. nov., Taf. 4/1-3). Die Myricaceen sind durch wenige großstomatige Pelticutis-Fragmente vertreten. Der mit dem "Spezialton Hosena" festzustellende Vorstoß von Pelticutis klettwiciensis ist damit in der Braunkohlen-Scholle nicht überliefert. Das auffällige Vorkommen der Ericacee Kalmiophyllum tectirima (Schneider 2004, im Druck) gegenüber der praktisch fehlenden Charakterart der Lausitzer Flöze Kalmiophyllum marcodurense macht deutlich, dass einer angereicherten Auenwald-Vegetation (F-Fazies) nur geringe Areale mit Glyptostrobus-Sumpf und damit von typischer Moorflora überhaupt gegenüberstehen. Diese Relation kommt auch in der Sporomorphen-Assoziation zum Ausdruck: stigmosoide, alnoide, ulmoide, nyssoide Formen überwiegen, dazu diporate Iteapollenites (Saxifragaceae) und Chenopodiaceae. Legt man lediglich die Faziesdiagnose (K, F) zugrunde, würde sich eine Affinität zum 2. Lausitzer Flöz und zum Oberbegleiter-Flöz von Spreetal-Hauptfeld (Schneider 1965) ergeben. Wesentlich für eine phytostratigraphische Korrelation erscheinen die laurophyllen Komponenten innerhalb der Auenwald-Fazies. Dem bereits erwähnten Vordringen von Pelticutis klettwiciensis

im "Spezialton Hosena" und in dessen Hangenden ausgebildeten Flözchen kann die im Oberbegleiter-Komplex einsetzende (Schneider 1972) *Piliparicutis rugata* zur Seite gestellt werden, die nach Sichtung des Materials zu Litke (1967) in der Liegendton-Flora des 1. Lausitzer Flözes ähnlich auffällig ist, wie die *Pelticutis*-Art. Beide Arten haben sich nicht an Standorte im Moor angepasst. Sie fehlen folglich in den Braunkohlen des 1. Lausitzer Flözes. Zumindest *Pelicutis klettwiciensis* kehrt aber im hangenden Flaschenton von Welzow (Grube "Wilhelminensglück") als Blattfossil *Myrica lignitum* (UNGER) SAPORTA in die Lausitz zurück (MENZEL et al. 1933).

Die obere Strate (Probe 0,1 m entsprechend Tab. 3) der Braunkohlen-Scholle ist petrographisch eine "im eigenen Saft vergelte" gewebeführende Schwarze Kohle vom Typus der G-Fazies. Entsprechend dominieren im Kutikulenbestand Gräser: Graminophyllum sp. (Taf. 4/5), Levicutis complicata. Als Eintrag sind Blattfragmente von Glyptostrobus und Sequoia anzusehen. Ein spezifisches, bisher in keinem Lausitzer Flöz beobachtetes Mikrofossil sind zahnradförmige Pilzreste (Taf. 4/7). Die Pollen-Flora mit diversen Inaperturopollenites, Graminidites (Taf. 4/6) und stigmosoiden Formen (Liquidambar) bestätigt den Kutikulenbefund. Petrographie und Pflanzeninhalt belegen eine Riedmoor-Fazies. Die vorgefundene Gräser-Art ist jedoch aus der G-Fazies des 2. Lausitzer Flözes nicht bekannt. Die dort vorherrschenden Arten (z. B. Alternicutis gibba) fehlen dagegen in unserer Strate, die sich damit wohl als Riedmoor und auch als G-Fazies erweist, jedoch mit einer bisher nicht bekannten Flora. Ob dieser neue Riedmoor-Typus die gleiche Position in der Moor-Sukzession einnimmt wie die G-Fazies im 2. Lausitzer Flöz, ist noch nicht erwiesen. Eine fazielle Nachbarschaft zu Sphagnum-Hochmooren (siehe Abschnitt 4.3, Tab. 4) ist jedenfalls nicht erkennbar.

3.3 Pflanzenfossilien einer braungrauen Schluff-Scholle

Die Taphozönose ist im Gegensatz zu den Proben aus der Braunkohlen-Scholle durch das Vorkommen von Blattresten ausgezeichnet, die eine Untersuchung sowohl von Blattform und Blattnervatur als auch der Kutikularstruktur ermöglichten. Aus der humosen Grundmasse konnten weiterhin disperse Kutikulen und Pollen gewonnen werden (Tab. 2, Taf. 3, Taf. 4). Blattmorphologisch lassen sich Vertreter der leben-

den Gattungen *Ulmus*, *Acer*, *Alnus*, *Liquidambar* sowie *Glyptostrobus* belegen. Dazu kommen weitere *Phyllites*-Morphospecies unbekannter Zugehörigkeit. Im Detritus fand sich *Piliparicutis hornoensis* sp. nov. (siehe Abschnitt 3.2). Die floristische Übereinstimmung zwischen Schluff- und Braunkohlen-Scholle ist offensichtlich. Der Unterschied besteht darin, dass die laubwerfenden Bäume *Ulmus*, *Alnus*, *Acer* und *Liquidambar* im Schluff als teilweise vollständige Blattfossilien überliefert sind, in der Braunkohle aber nur mit Sporomorphen bzw. Pollen, gegebenenfalls noch als Kutikula-Fragmente. Als Ablagerungsräume von Blätterschluffen sind

Altwässer (oxbow lakes) von mäandrierenden Flüssen anzunehmen, die von breiten mit Auenwald bestandenen Ebenen begleitet werden. Diese reliefarmen Flusslandschaften sind die Vorstufe der Kohlenmoore, sind **prälignitisch**, im Gegensatz zu den ästuarartigen Rinnen, die sich nach dem Absterben des Moores in Stillstandsphasen (stagnation intervalls) bilden und demzufolge **postlignitisch** sind. Von erodierenden Flüssen mit geradem Verlauf zu einem Ästuar hin sind Blätter-Taphozönosen in der vorliegenden Ausbildung nicht zu erwarten. Gleiche Verhältnisse sind an der Basis des Oberbegleiter-Flözes von Spreetal-Hauptfeld (Schneider

Tab. 3

Pflanzenfossilien einer Braunkohlen-Scholle (Mächtigkeit 0,8 m) in pleistozän umgelagerten Flaschentonen der Rauno Formation aus der Quartärrinne von Groß Lieskow am Drehpunkt des Tagebaus Cottbus-Nord (Probenahme R. Bönisch & R. Thiele/LAUBAG, 02.09.2002; Bestimmung Dr. W. Schneider/Hoyerswerda, 04.06.2003)

Plant fossils of a lignite body (thickness 0,8 m) embedded in the Pleistocene allochthonous "Flaschenton" re-deposition of the Rauno-Formation from the Groß Lieskow Quaternary glacial channel deposits at the pivot point of the Cottbus-Nord opencast mine

(sampling by R. Bönisch & R.Thiele/LAUBAG, 02.09.2002; determination by Dr. W. Schneider/Hoyerswerda, 04.06.2003)

	Flora							Stratigraphische Interpretation				
Taxonomische	Interpretation		Morphotaxa		"Flaschenton"	"Flaschenton" Braunkohlen-Scholle des 1. Lausitzer Flözes			"Flaschenton"			
familia	snueb	Phyllites (Blätter) & Gewebereste	Cuticulae	Sporomorphae (Auswahl)	open	0,2 m	0,4 m	0,6 m	unten			
	Glyptostrobus		Enormicutis medicavata									
Taxodiaceae			Enormicutis sp.			Braunkohlen-Scholle des 1. Lausitzer Flözes						
				Sequoiapollenites polyformosus								
	Pinus		Pinicutis sp.									
Pinaceae	Pinus	Pinus sp., Korkgewebe/ "Wisbar-Zellen"			oben "Flaschenton"							
	Abies?			Abiespollenites absolutus		Braunkohlen-Scholle						
Muriagana	Myrica		Pelticutis sp. (Stomata > 25µm)						П			
Myricaceae	Myrica		(Stomata > 25µm) Pelticutis sp., Disperse peltate Trichome									
Ericaceae			Kalmiophyllum marcodurense						П			
			Graminophyllum weylandii			Braunkohlen-Scholle des 1. Lausitzer Flözes						
Gramineae				Graminidites sp.				П				
Juglandaceae	Carya			Caryapollenites div. sp.								
Ulmaceae	Ulmus			Polyporopollenites sp.,								
Hamamelidaceae	Liquidambar			ulmoide Formen Periporopollenites stigmosus					\Box			
Sphagaceae	Sphagnum			Stereisporites div. sp.		10			\neg			

1965), aber auch in der Flözbank 3 des 2. Lausitzer Flözes von Meuro beobachtet worden. Es scheint, dass die Auenwald-Gesellschaften von den Veränderungen gemäß der "Florenkomplexe" nach Mai (2001) nicht gravierend betroffen sind. Allerdings könnte das Vordringen einiger laurophyller Elemente im Hangenden des Oberbegleiter-Komplexes den Grenzbereich zwischen den Florenkomplexen "Kleinleipisch" und "Klettwitz" anzeigen. Das Fehlen von Pelticutis klettwiciensis neben einigen weiteren bereits bewerteten Argumenten legen nahe, die Schluff-Scholle sowie die braungrauen Schluffgerölle mit inkohlten Pflanzenresten wie die Braunkohlen-Scholle als Aufarbeitungs- und Umlagerungsprodukte des Oberbegleiter-Komplexes in den Sanden des GWL 310 herzuleiten. Dagegen scheint das Auftreten "exotischer" Arten wie der Lauracee Piliparicutis hornoensis zu sprechen. Zu diesem Problem muss die Bearbeitung der von Küh-NER (1991/92) mitgeteilten Blätter-Taphozönose aus dem Oberbegleiter-Niveau von Cottbus-Nord abgewartet werden. Der bemerkenswert laurophylle Charakter dieser Pflanzenassoziation wird möglicherweise Aufschluss über stratigraphisch relevante Wechsel im hartlaubigen Unterwuchs geben. Die vorerst noch wenig spezifische Zuordnung der beschriebenen Pflanzenassoziation in die Nochten-Formation (siehe Abschnitt 5, Tab. 5) und die Ablehnung des Vergleichs mit dem 1. Lausitzer Flöz der Rauno-Formation lässt noch Raum für feinere Parallelisierungen.

3.4 Pflanzenfossilien einer Braunkohlen-Scholle in der Quartärrinne von Groß Lieskow

Die Bestimmungen der Pflanzenreste und deren taxonomische Interpretation (Tab. 3) zeigt eine Zweigliederung. Im Kutikulenbestand der unteren Strate (Probe 0,6 m entsprechend Tab. 3) konnten Reste von Gräsern (Graminophyllum weylandii) und Pinaceae-Nadeln bestimmt werden. In der Sporomorphen-Assoziation überwiegt Sequoiapollenites, begleitet von Auenwald-Formen (stigmosoide Formen, Caryapollenites und Graminidites). Hervorzuheben ist ein hoher Anteil an Sphagnum-Sporen. Der fazielle Aufbau der Strate ist heterogen und umfasst sowohl den prälignitischen Auenwald (siehe Abschnitt 3.3) als auch mehrere Phasen der Moor-Sukzession (siehe Abschnitt 4.3, Tab. 4) mit Sequoia (S-Fazies), G-Fazies (im Unterschied zu der unter 3.2 beschriebenen Braunkohlen-Scholle mit typischen Merkmalen), das Sphagnum-Hochmoor (O-Fazies) und Indikationen des Pinus-Waldmoores (P-Fazies).

Die Kutikulen-Gemeinschaft der oberen Strate (Proben 0,4 m, 0,2 m entsprechend Tab. 3) enthält wenig prägnante *Enormicutis*-Reste, dazu *Kalminophyllum marcodurense*, *Pelticutis* (mit Stoma-Größen von 20 μm bis 25 μm) sowie deutliche Anteile von *Pimus*-Fossilien (Borke, Nadel-Kutikulen). Im Sporomorphen-Bestand fehlen Auenwald-Elemente. Erneut fällt *Sphagnum* auf.

Im Gegensatz zur Braunkohlen-Scholle im GWL 310 enthält die Scholle in der Quartärrinne von Groß Lieskow wesentliche Elemente der flözbildenden Sukzession. Das Fehlen von Marcodurien und *Sciadopitys* bestätigt die lithostratigra-

phische Einordnung als 1. Lausitzer Flöz. Die genannten Merkmale, ergänzt durch abweichend ausgebildete G-Fazies (incl. *Sphagnum*) schließen eine stratigraphische Korrelation beider Braunkohlen-Schollen aus.

4. Diskussion zur stratigraphischen Interpretation der braunkohlenführenden neogenen Ablagerungen in der Lausitz

4.1 Vorbemerkungen

Die für eine biostratigraphische Zuordnung benötigten planktonischen Foraminiferen und kalkiges Nannoplankton fehlen in den neogenen Sedimenten der Lausitz. Marines Plankton (Dinozysten) kann in der von der ehemaligen Nordsee-Küste gesteuerten Sedimentation der Lausitz (GÖTHEL 1997) als Faziesanzeiger für marinen Einfluß genutzt werden. Als Marker biostratigraphischer Zonen ist es in diesem Ablagerungsmilieu jedoch nicht geeignet.

Zur chronostratigraphischen Einordnung der neogenen Ablagerungen der Lausitz eignet sich aus diesen Gründen am besten die Methode der Sequenzstratigraphie, die auf der Grundlage biostratigraphischer und lithologischer Untersuchungen sowie absoluter Altersdatierungen von Schelfablagerungen entwickelt wurde. Die Einordnung Kohlen führender Ablagerungen in die existierenden Sequenzmodelle steht noch am Anfang. Dabei sind im Besonderen die Pflanzenassoziationen der Flöze, wie in vorliegender Arbeit, zu berücksichtigen.

In den letzten 15 Jahren hat sich eine englischsprachige Terminologie zur Methode der Sequenzstratigraphie international etabliert. Da in den letzten Jahren naturwissenschaftliche Fachliteratur zunehmend in englischer Sprache verfasst wird, insbesondere die, die Ergebnisse internationaler Arbeitsgruppen vorstellt, werden feststehende englischsprachige Fachbegriffe nicht mehr mit deutschsprachigen Entsprechungen benutzt, weil diese leider weitgehend fehlen. Zur Verständlichkeit wird im Folgenden die gebräuchliche sequenzstratigraphische Terminologie einschließlich ihrer verwendeten Kürzel erläutert.

4.2 Sequenzstratigraphisches Modell

Zur zeitlichen und faziellen Einordnung von Ablagerungen wurden Sequenzmodelle sowie sequenzchronostratigraphische Skalen anhand von eustatischen Zyklen entwickelt (HAQ et al. 1988, HARDENBOL et al. 1998). Ein Zyklus 3. Ordnung beginnt mit dem *Lowstand Systems Tract* (LST). Mit schnell steigendem Meeresspiegel folgt der *Transgressive Systems Tract* (TST). Mit dem Ausklingen des Meeresspiegelanstiegs und während des langsamen Meeresspiegelfallens drängt die Sedimentfracht der Flüsse die Küstenlinie zurück (Progradation). Dieser Abschnitt eines Zyklus 3. Ordnung reflektiert den *Highstand Systems Tract* (HST). Der Zeitpunkt des Meeresspiegel-Tiefststands reflektiert den Beginn bzw. das Ende eines Zyklus 3. Ordnung als *Sequence Boundary* (SB). Sie ist meist mit Sedimentationsunterbrechungen und Erosionen, wie *incised valley*-Anlage, verknüpft. Die fol-

	Sukzessions- stadien	Moortyp	Moorcharakter		
Тор					
9.	Msc-Fazies	Sciadopitys-Waldhochmoor, teilweise mit Cathaya			
8.	Mcy-Fazies	Cryptomeria-Waldhochmoor			
7.	P-Fazies	Pinus-Zwischenmoor	ombrotroph,		
6.	O-Fazies Sphagnum-Hochmoor		Regenwaldmoor		
5.	G-Fazies	Glumifloren-Riedmoor			
4.	A-Fazies	Angiospermen-Buschmoor mit Taiwania			
3.	S-Fazies	Sequoia-Bauminseln			
2.	K-Fazies	Glyptostrobus-Sumpfwald	topogen, paralisches Moor i.w.S.		
1.	F-Fazies	Alnus-Liquidambar-Farn-Auenwald im Bereich eines mäandrierenden Flusses, z. T. alluviale prälignitische Deltaebene, nicht torfbildend	paranosnos mos n.w.o.		
Basis					

Tab. 4
Entwicklung einer vollständigen moorfaziellen Sukzession eines Lausitzer Braunkohlenmoores nach Schneider (2000, 2002, 2004)
Der Glyptostrobus-Sumpfwald wird bei Salzwasserbeeinflussung durch den Cupressospermum-Sumpfwald mit Bernsteinbildung vertreten.

Tab. 4
Development of a complete moor-facial succession of a Lausitz lignite swamp according to Schneider (2000, 2002, 2004)
The *Glyptostrobus* swamp forest are substituted by *Cupressospermum* swamp forest with formation of amber by influence of salt-water.

gende Transgression greift im Küstenbereich auf ein Abtragungsniveau (*lowstand surface*) infolge des gesunkenen Meeresspiegels über und bewirkt oft eine Erosion älterer Ablagerungen. In der Zeit der maximalen Überflutung (*maximum flooding zone*, mfz) erfolgt meist eine geringere bzw. kondensierte Sedimentation im tieferen marinen Ablagerungsraum. Im Küstenbereich bewirkt sie ein Erosionsniveau (*maximum flooding surface*, mfs), welches mit dem Abtragungsniveau der Transgression identisch sein kann.

4.3 Moorfazielles Sukzessionsmodell

Die moorfaziellen Hauptabfolgen sind rhythmische (asymmetrische) Sukzessionen gemäß der Formel F-K-S-A-G $-O-P-M_{CY}-M_{SC}$ (Schneider 2002, 2004, Tab. 4). Sie folgen dem Modell einer autogenen Sukzession. Das bedeutet, dass sich das Ökosystem Moor von einer durch den regionalen, vom Meeresspiegel gesteuerten Grundwasserstand gegebenen topogenen Startsituation eigengesetzlich zu den ombrotrophen Stadien fortentwickelt und schließlich in einer Stillstandslage mit Liptodetrit- und Quarzitbildung verharrt, bis eine folgende Transgression die Sukzession erneut anschiebt. Die Sukzession benötigt steigenden Meeresspiegel nur zur Schaffung der topogenen Startbedingungen. Für alle weiteren Sukzessionsstadien ist Meerferne geradezu Bedingung. Ombrotroph bedeutet Steuerung des Wasserhaushalts durch Regen und Nebel in Verbindung mit der Kapillarwirkung im Torfsubstrat. Somit sind die Bildungen der ombrotrophen Stadien vordergründig von der Humidität des Klimas abhängig. Dieser hydrologische Zyklus ist von der Eustatik abgekoppelt und findet bei humiden Klimabedingungen im Bereich einer Stillstandslage (subaerial hiatus) statt. Eine durchgängige direkte eustatische Steuerung der Moorbildung ist unvereinbar mit dem autogenen Charakter des Sukzessionsmodells der Moorentwicklung. Die in den ombrotrophen Stadien der Sukzession entstandenen Braunkohlen sind als Bildung von Regenmooren vergleichbar mit den Baumhochmooren von Kalimantan/Borneo, deren Sukzessionen mit mächtigen Wurzelkohlen enden, vergleichbar mit den grobflaserigen M-Straten der Lausitzer Flöze.

4.4 Synthese zwischen sequenzstratigraphischem Modell und moorfaziellem Sukzessionsmodell

Als beste stratigraphische Leithorizonte eignen sich in der Lausitz die Braunkohlen-Flöze, die paläobotanisch mit hoher Auflösung untersucht sind. Ihr Floreninhalt lässt genaue Rückschlüsse über ihr Bildungsmilieu zu. So kann man auch mit Hilfe der Flözbildner die einzelnen Flözabschnitte bzw. Flözbänke in ganzheitlicher Betrachtung, unter Einbeziehung der flözumgebenden Sedimente sequenzstratigraphisch zuordnen. Die Interpretation der sequenzstratigraphischen Zuordnung am Beispiel des 2. Lausitzer Flözes zeigt, dass Vermoorungen in Abhängigkeit von der Lage der Küstenlinie allen drei Systems Tracts der eustatischen Zyklen 3. Ordnung zugeordnet werden können (Abb. 2). Eine Vermoorung wird von einem durch steigenden Meeresspiegel gesteuerten regionalen Grundwasserstand induziert. Die einzelnen Moorsukzessionen sind als Parasequenzen einem eustatischen Zyklus 3. Ordnung unterzuordnen.

Während der Unterbegleiter und die Flözbank 3 des 2. Lausitzer Flözes sich über einer Alluvialebene bildeten, entwi-

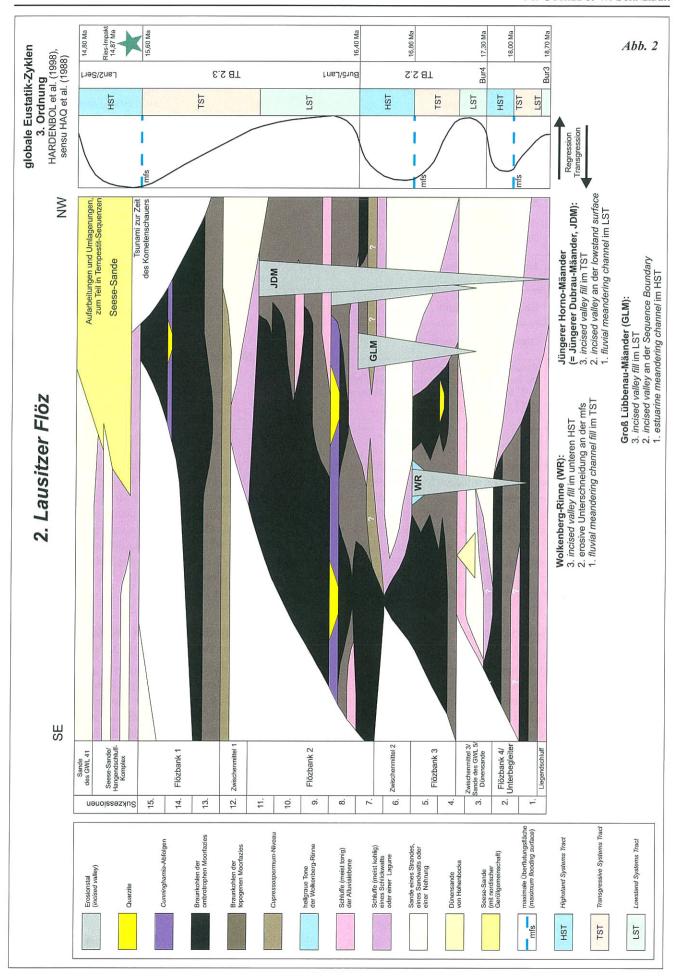


Abb. 2

Entwicklungsschema des 2. Lausitzer Flözes und sequenzstratigraphische Interpretation (M. Göthel & W. Schneider, Stand 18.03.2004)

Das *Cupressospermum*-Niveau ist im Liegenden der Flözbank 1 durch Ausbildung einer Kohlestrate sicher nachgewiesen. Seine Ausgrenzung im Liegenden der Flözbank 2 ist anhand von einzelnen Kutikulenfunden noch sehr unsicher.

Nicht dargestellt sind die südwestliche und südöstliche Erosion der Flözbank 1 von Plessa – Klettwitz – Meuro – Sedlitz bzw. Bagenz – Weißwasser – Pechern, die Ausbildung und ästuarinen Einschnitte der Mittel von Bergheide und des Mittels von Bückchen – Annahütte mit der dazwischen entwickelten *Cathaya-Sciadopitys*-Abfolge von Marga – Meuro – Klettwitz und deren Zuordnung zum Zwischenmittel 2 oder zur Flözbank 3, das Erosionsniveau an der Basis der Seese-Sande bis fast zur Flözbank 3 von Niemtsch, die Drehna-Verschluffungszone der Flözbank 2 sowie die erosiven Einschnitte im Niveau der Flözbank 3 von Jänschwalde – Cottbus-Nord (z. T. nach Anlage des Älteren Horno-Mäanders im Niveau der Flözbank 3).

Fig. 2

Development scheme of the Lausitz Seam 2 and sequence stratigraphic analysis (M. Göthel & W. Schneider, updated 18.03.2004)

The *Cupressospermum* level is certainly proofed on the floor of Seam layer 1 by a lignite strata. The representation of this level on the floor of Seam layer 2 is due to single cuticle findings still very uncertain.

The south-western and south-eastern erosion of Seam layer 1 of the Plessa – Klettwitz – Meuro – Sedlitz area and of the Bagenz – Weißwasser – Pechern area, respectively, the formation and the estuarine valleys of the Bergheide intercalation and of the Bückchen – Annahütte intercalation with the embedded *Cathaya-Sciadopitys* succession of the Marga – Meuro – Klettwitz area and their correlation with the Intercalation 2 or Seam layer 3, the erosion surface on the base of the Seese sands up to nearly Seam layer 3 of the Niemtsch area, the silty Drehna zone of the Seam layer 2, as well as the incised valleys at the level of Seam layer 3 of the Jänschwalde – Cottbus-Nord area (partly after the arrangement of the Older Horno Meander at the Seam layer 3 of the Jänschwalde – Cottbus-Nord area) are not included.

ckelte sich die Flözbank 1 aus einer Lagune mit den Sedimenten des Zwischenmittels 1. Die Moorentwicklung des Unterbegleiters, der Flözbank 3 und der Flözbank 1 des 2. Lausitzer Flözes werden einem TST zugeordnet. Infolge einer maximalen Überflutung wird die Moorentwicklung der Flözbank 3 durch die lagunären Sedimente des Zwischenmittels 2 im HST abgelöst. Die Flözbank 2 entwickelt sich ebenfalls aus einer Lagune, deren Bildung aber nicht an einen TST geknüpft ist. Diese sequenzstratigraphischen Zuordnungen werden mit nachstehenden Fakten diskutiert und bewertet.

Nur bei den Moorentwicklungen aus einer Lagune sind Salzwasserbeeinflussungen und die Bedingungen für die Bernstein-Konifere *Cupressospermum* gegeben. So ist sie in den Kohlen auch nur an der Basis der Flözbank 2 (wenig häufig) und an der Basis der Flözbank 1 (sehr häufig) nachgewiesen worden. Im Bereich des Aussetzens der Zwischenmittelbildungen, deren marine Beeinflussung durch marines Plankton nachgewiesen ist (Suhr et al. 1992, Schneider 1997), trennen die beiden *Cupressospermum*-Niveaus die Flözbänke und belegen deren flachmarinen Einfluss.

Die Flözbank 3 wird in der Lausitz durch eine modellhaft vollständige Moorsukzession repräsentiert. Zumindest die über dem *Cupressospermum*-Niveau entwickelte Moorsukzession der Flözbank 1 ist in der Lausitz weitestgehend vollständig entwickelt. Darüber können zwei weitere meist unvollständig ausgebildete Moorsukzessionen folgen.

Im Gegensatz zu den Flözbänken 3 und 1 repräsentiert die Flözbank 2 über dem *Cupressospermum*-Niveau mehrere, wahrscheinlich drei, unvollständige Abfolgen mit Moorwachstumsunterbrechungen, die meist durch Helle Bänder

(HB) oder tonige Schluffmittel mit Xyliten und Wurzelresten angezeigt werden. Diese Mittel werden einer alluvialen Überschwemmungsebene zugeordnet. Als Besonderheit lagern in der Flözbank 2 die Quarzitbildungen von Nochten (hier durchwurzelt) und Cottbus-Nord. Daran ist ein Cunninghamia miocenica-Niveau (Schneider 1979) geknüpft, welches die Flözbank 2 als Isochrone diagonal durchläuft und damit auf die stratigraphische Unschärfe der Flözbank als Lithostrate hinweist. Cunninghamia tritt im 2. Lausitzer Flöz nochmals in einer Stillstandslage der Flözbank 1 auf, ist aber wegen des begrenzten Areals dieser Flözbank schwer zu verfolgen (Schneider 1979). Gegenüber dem 2. Lausitzer Flöz ist Cunninghamia miocenica im 1. Lausitzer Flöz und in der Mittelbank des 4. Lausitzer Flözes Braunkohlenbildner. In den Bänken des 3. Lausitzer Flözes und auch im Unterbegleiter und der Bank 3 des 2. Lausitzer Flözes wurde Cunninghamia miocenica bisher nicht nachgewiesen. Das Cunninghamia miocenica-Niveau in der Flözbank 2 zeigt den küstenfernsten Bereich von Stillstandslagen im 2. Lausitzer Flöz an.

Als weitere Besonderheit wurde in der Flözbank 2 ein mäanderartiges Dränagesystem nachgewiesen, welches sich auch moorfaziell belegen lässt (Bönisch et al. 1983, Bönisch 1989). In Nähe des Dränagesystems sind nur die topogenen Stadien einer Moorsukzession entwickelt (F- und K-Fazies; Bönisch et al. 1983). Dieses von E nach W abfließende Dränagesystem existierte mit dem Älteren Horno-Mäander bereits in der Flözbank 3 im Braunkohlenfeld Jänschwalde-Neiße (Bönisch & Grunert 1985). Von S nach N verläuft dagegen in der Flözbank 3 die Wolkenberg-Rinne. Mit ihrer Annäherung zu diesem Dränagesystem fallen ebenfalls die ombrotrophen Stadien (A- bis M-Fazies) der Flözbank 3 aus. Zu den Zeiten der lagunären Zwischenmittel-Sedimentation entwickelten

sich aus den Dränagesystemen tiefe Erosionseinschnitte, die als *incised valleys* gedeutet und diskutiert werden können, und die mit laminierten, kohligen Schluff-Füllungen auf ein anschließendes ästuarartiges Ablagerungsmilieu hinweisen (Abb. 2). Letzteres wird durch den Nachweis einer marinen Beeinflussung anhand von marinem Plankton und der trichterförmigen Einbuchtungen der Zwischenmittel-Verbreitungslinien gestützt. Die *incised valley*-Anlage ist an das Erosionsniveau einer *lowstand surface* gebunden.

Die alluvialen Mittelbildungen in der Flözbank 2, das Vorhandensein von unvollständigen Moorsukzessionen sowie das *Cunninghamia*-Niveau mit Quarzitbildungen sind Argumente für eine Zuordnung dieser Flözbank zu HST und LST, wobei das *Cunninghamia*-Niveau der Sequenzgrenze eines Zyklus 3. Ordnung entspricht.

Nach den moorfaziellen Entwicklungen der Bänke des 2. Lausitzer Flözes lässt sich ableiten, dass die vollständig ausgebildeten Sukzessionen an transgressive Entwicklungen und die unvollständig ausgebildeten Sukzessionen an regressive Entwicklungen in Zyklen 3. Ordnung geknüpft sind.

Treten tektonische Bewegungen auf, kann die Lage des Grundwasserspiegels im Moor unabhängig von der Eustatik verändert und die Moorentwicklung beeinflusst werden. Da sie empfindlich auf Veränderungen des Grundwasserspiegels reagiert, führen tektonische Bewegungen dann zu einer Unterbrechung der Moorabfolge. Als Beispiel könnte die horizontale Drehna-Verschluffung der Flözbank 2 des 2. Lausitzer Flözes angesehen werden. Sie ist schleifenförmig verbreitet und wird mit Seitenverschiebungen im Gebiet des Bornsdorfer Aufbruchs (Göthel & Grunert 1996) in Verbindung gebracht (Beschow 1995). Im Tagebau Schlabendorf-Süd wurden damit in Zusammenhang stehende Blätterschluffe kurzzeitig aufgeschlossen.

5. Interpretation des Ablagerungsmilieus und stratigraphische Einordnung des Deckgebirges im Tagebau Cottbus-Nord

Die Sande des GWL 430, die dem 2. Lausitzer Flöz auflagern, werden nach dem sedimentären Strukturinventar (insbesondere herringbone cross stratification und CRS, siehe

Abschnitt 2) den Ablagerungen eines Sandwatts zugeordnet. Der Aufbau als Oben-grob-Sequenz mit grobsandiger Basis-Lage (*lag*) deutet auf wandernde Nehrungen (*barrier island complexes*) hin, die durch Seegaten (*tidal inlets*) getrennt sind. Dabei bestimmen die Vorgänge an den Seegaten auch den Aufbau der Nehrungen (Füchtbauer 1988). Ihre Überlagerung durch den Hangendschluff 2 belegt den regressiven Charakter, da landwärts die Korngröße im Watt abnimmt. Die als Ablagerungen von Nehrungen interpretierten Sande des GWL 430 zeichnen sich durch eine höhere Mächtigkeit aus und können als etwa W-E verlaufende Zone im zukünftigen Abbaufeld des Tagebaus Cottbus-Nord ausgehalten werden.

Die Sande des GWL 420 stellen zusammen mit dem Hangendschluff I nach den aktuellen Befunden im Tagebau Cottbus-Nord eine Unten-grob-Sequenz dar. Damit können sie als Ablagerungen eines Sandwatts, dem die eines Schlickwatts während einer regressiven Phase folgen (FÜCHTBAUER 1988) interpretiert werden.

Die Sande des GWL 410 entwickeln sich nach den Befunden am Schlitzprofil der Station 12,4 als Oben-grob-Sequenz aus dem Hangendschluff 1. Dies weist deutlich auf fallenden Meeresspiegel hin.

Der Abschnitt des Hangendschluff-Komplexes (Tab. 5) über dem 2. Lausitzer Flöz beginnt mit einem maximalen Meeresspiegelhochstand. Er bewirkte die Überflutung des Kohlenmoores. Der Abschnitt vom GWL 430 bis zum GWL 410 zeigt insgesamt regressiven Charakter und wird dem HST eines Zyklus 3. Ordnung zugeordnet (siehe Abschnitt 4.2). Der langsam sinkende Meeresspiegel ermöglichte eine zunehmende Vergröberung. Dieser Abschnitt wird dem HST des TB 2.3 zugeordnet (Tab. 5).

Der Oberbegleiter-Komplex wurde bei der Aufnahme der feinstratigraphischen Schlitzprofile am Brückentiefschnitt im April 2002 und bei der Befahrung am 23.01.2002 nicht angetroffen. Nach den Böschungskartierungen für den Tagebaubetrieb für die Jahresscheiben 2000, 2001, 2002 durch den Tagebau-Geologen Herrn Lutz Schaarschmidt/LAUBAG tritt in seinem Niveau ein toniges Schluff-"Äquivalent" nur lokal und

Tab. 5

Lithostratigraphische Gliederung und sequenzchronostratigraphische Zuordnung sensu HAQ et al. (1988), HARDENBOL et al. (1998) und Internationale Kommission Stratigraphie (Stand Oktober 2003) der mittel-miozänen Ablagerungen des Tagebaus Cottbus-Nord Das Cunninghamia miocenica-Niveau verläuft isochron und diagonal durch die Flözbank 2 des 2. Lausitzer Flözes. Es befindet sich in Gräbendorf und Cottbus-Nord nahe der Basis, in Meuro mehr als 4 m über der Basis und in Nochten im oberen Bereich der Flözbank 2 Tab. 5

Lithostratigraphical chart of the middle Miocene deposits of the Cottbus-Nord opencast mine and correlation with the sequence chronostratigraphic chart sensu HAQ et al. (1988), HARDENBOL et al. (1998) and International Commission on Stratigraphy (Status October 2003)

The *Cunninghamia miocenica* level is layered isochron and diagonal through the Seam layer 2 of the Lausitz seam 2. This level is situated in the Seam layer 2 near the base at the Gräbendorf area and Cottbus-Nord area, more than 4 m above the base at the Meuro area and at the upper part at the Nochten area

Sub-Serie/-Epoche	Stage/Age (Stufe/Alter)	Zyklus 3. Ordnung sensu HAQ et al. (1988)	Systems Tract	Ablagerungen	Grundwasserleiter sensu LAUBAG	Formation
		TB 3.1	LST	Hiatus		
		Ser4/Tor1	HST	"Flaschenton" mit Braunkohlen des 1. Lausitzer Flözes (umgelagert in der Groß Lieskow-Quartärrinne)		
			TST	Sande, tw. mit natürlicher Radioaktivität (bisher nicht aufgeschlossen)	GWL 250	
	Serravallian	TB 2.6	LST	Kiesige Sande bis Feinsand mit Stämmen, z. T. abgerollt, mit Teredolites-befallenen Braunkohlen-Schollen (mglw. umgelagertes Flöz aus dem Oberbegleiter-Komplex), mit Pflanzenfossilien-führenden, tonigen Schluffgeröllen/Schluff-Schollen (umgelagerter Schluff einer alluvialen Ebene, mglw. aus dem Oberbegleiter-Kompex), mit kohligen Schluffgeröllen/Schluff-Schollen (umgelagerter Hangendschluff), mit internen Rinnen und scharfer Erosionsbasis	GWL 310	Rauno
		0010	HST	Schluff, Ton mit lokalen Braunkohlen/Sande		
_		TD 0 F	TST	(bisher nicht aufgeschlossen)		
iozär		TB 2.5 Ser2	LST	"Spezialton Hosena" (toniger Schluff) (bisher nicht aufgeschlossen)		
Σ		OCIZ	HST	Sande	GWL 320	
Mittel-Miozän			mfz	Oberbegleiter 1 mit allochthoner Kohle (in Cottbus-Nord nicht vorhanden)		Nochten
				Schluff/Sande	GWL 330	
		TB 2.4	TST	Braunkohlen des Oberbegleiters 2/ alluviale tonige Schluffe mit inkohlten Pflanzenfossilien (meist umgelagert an der Quartärbasis und mglw. umgelagert im GWL 310)		
	u	Lan2/Ser1	SB	Hiatus/Wurzelhorizont		
	Langhian			Fein- bis Mittelsande, tw. schluffig	GWL 410	
	ng			Hangendschluff 1 (schwach kohliger Schluff)		
	7		HST	schluffige Fein- bis Mittelsande	GWL 420	
				Hangendschluff 2 (kohliger Schluff)		
				meist mittelsandiger Feinsand	GWL 430	
			mfz	Hangendschluff 3 (kohliger Schluff) (bisher nicht aufgeschlossen)		
				Braunkohlen der Flözbank 1 des 2. Lausitzer Flözes		
		TB 2.3	TST	Zwischenmittel 1 (Schluff/Sande, kohliger Schluff), basal Schluff-Füllung Jüngerer Horno-"Mäander"	GWL 451	
zän			oberer LST	Braunkohlen des oberen Teils der Flözbank 2 des 2. Lausitzer Flözes, Anlage Jüngerer Horno-"Mäander", Füllung Mittlerer Horno-"Mäander"		
		Bur5/Lan1	unterer LST	Braunkohlen des mittleren Teils der Flözbank 2 des 2. Lausitzer Flözes, <i>Cunninghamia miocenica</i> -Niveau mit Quarziten, Anlage Mittlerer Horno-"Mäander", ästuarine Schluff-Füllungen (Älterer Horno-"Mäander")	GWL 452	
			oberer HST	Braunkohlen des unteren Teils der Flözbank 2 des 2. Lausitzer Flözes		
	~	TDOO	unterer HST	Zwischenmittel 2 (Schluff/Sande, kohliger Schluff)	GWL 453	
r-Mio	Burdigalian	TB 2.2	TST	Braunkohlen der Flözbank 3 des 2. Lausitzer Flözes, Anlage Älterer Horno-"Mäander"		
Unter-Miozän	Burdi	Bur4	LST	Liegendschluff der Flözbank 3 des 2. Lausitzer Flözes (toniger Schluff, Wurzelhorizont)		Brieske

am Brückenhochschnitt auf. Meist liegen diese Oberbegleiter-Linsen als Schollen im Pleistozän umgelagert vor. Letztere sind dann durch glazigene Beanspruchung stark von Harnischen durchsetzt.

Die basale Erosionsgrenze der hellen, heterogen zusammengesetzten Sande des GWL 310 wird als Sequenzgrenze des TB 2.5/TB 2.6 sensu HaQ et al. (1988) bzw. Ser3 sensu HaR-DENBOL et al. (1998) interpretiert (Tab. 5). Der rapide fallende Meeresspiegel im LST (siehe Abschnitt 4.2) des TB 2.6 bewirkte insbesondere die Erosion und Umlagerung der Nochten-Formation (braungraue Schluffgerölle und -Schollen mit inkohlten Pflanzenresten sowie Braunkohlen-Schollen vermutlich des Oberbegleiter-Komplexes, des GWL 320 sowie möglicherweise der tonigen Ablagerungen mit lokalen Braunkohlenflözchen im Hangenden des "Spezialtons Hosena" (Indizien der stratigraphischen Zuordnung siehe Abschnitt 3). Die Erosion durch den fallenden Meeresspiegel erreichte sogar den Hangendschluff 1. Typisch für Ablagerungen in Nähe von Sequenzgrenzen der Zyklen 3. Ordnung sind Stammreste und Umlagerungsprodukte aus älteren Ablagerungen (EINSELE 2000). Das sedimentäre Strukturinventar (großmaßstäbliche bogige Schrägschichtungssets mit Schrägschichtungen niederer Ordnung, HCS und CRS (siehe Abschnitt 2) belegt das flachmarine Bildungsmilieu. Unterstrichen wird das flachmarine Bildungsmilieu durch den Zahnfund eines Neoselachii.

Auffällig an den Kornverteilungen mehrerer Untersuchungsproben aus dem GWL 310 ist die Zweigipfeligkeit der Kornverteilungskurven, die aus dem kaum vermeidlichen Fehler bei der Entnahme von Proben aus feinen Einzellagern resultiert. Sie wird dort festgestellt, wo in den Schrägschichtungssets gröbere Fahnen (Lamellen) vorkommen und diese nach unten zu einer sich vergröbernden Basis zusammenlaufen (Abb. 1). Bimodale Sande (mit zweigipfeligen Kornverteilungskurven) treten nach Füchtbauer (1988, S. 139) in unterschiedlichen Ablagerungsmilieus auf, von denen erst unter Einbeziehung aller zuvor beschriebenen Ergebnisse am ehesten die Bildung der Sande des GWL 310 im küstenwärtigen Teil der Watten und als Sturmsandlagen in Frage kommt.

In Watt-Sequenzen zeigen sich Regressionen durch Untengrob-Großzyklen an. Die Häufung von HCS und Rinnenbildungen sind weitere Merkmale, die die Zuordnung der hellen, heterogen zusammengesetzten Sande zum LST (siehe Abschnitt 4.2) des TB 2.6 stützen. Im sequenzstratigraphischen Sinn gehören damit diese Sande zur Rauno-Formation und bilden im Tagebau Cottbus-Nord die Basis dieser Formation (Tab. 5). Sie unterscheiden sich von den Basissanden der Rauno-Formation in den Tagebauen Klettwitz-Nord, Welzow-Süd und Nochten, die sich dort durch ihre natürliche Radioaktivität auszeichnen und dem GWL 310 zugeordnet werden. Im Tagebau Klettwitz-Nord führen sie als incised valley fill in einer lokal verbreiteten Zone Bernstein. Die radioaktiven Sande von Klettwitz-Nordwerden dementprechend dem TST des TB 2.6 zugeordnet. Die Ablagerungen des LST fehlen überwiegend. Hier bildete sich zu Zeiten des rapide gefallenen Meeresspiegels eine Erosionsdiskordanz aus. Nach einem Hiatus setzte sich die Sedimentation mit der Transgression im TB 2.6 fort. Als Basissande der Rauno-Formation können die Basissande von Cottbus-Nord dem GWL 310 zugeordnet werden.

6. Diskussion zur regionalgeologischen und stratigraphischen Situation der Lausitz ab dem Mittel-Miozän

Die Sedimentation des gesamten Neogens wurde im Niederlausitzer Braunkohlen-Lagerstättenrevier durch die Einbeziehung in den Sedimentationsraum der Nordsee (GÖTHEL 1997) gesteuert. Das Sedimentationsgebiet der Nordsee folgt der sich NW-SE erstreckenden Mitteleuropäischen Senkungszone, die schlauchförmig bis nach S-Polen verbreitet ist (STACKEBRANDT & LUDWIG 2002). In den Tagebau-Aufschlüssen der Lausitz setzen die Bruchstörungen hauptsächlich durch die miozänen Ablagerungen durch und können die pleistozänen Ablagerungen beeinflussen. Nach der Situation im Weißwasser-Graben fanden die größten Versatzbewegungen nach Ablagerung der Weißwasser-Flammentone im Ablagerungshiatus des Pliozäns bis Unter-Pleistozäns statt. Deshalb können mögliche tektonische Bewegungen gegenüber den Meeresspiegelschwankungen der Zyklen 3. Ordnung nur von untergeordneter Bedeutung sein. Aus diesen Gründen ist es legitim, das Neogen-Profil der Lausitz anhand der globalen Meeresspiegel-Schwankungen 3. Ordnung zu gliedern (Anlage 1, GÖTHEL 2004, in diesem Heft).

Im Vergleich mit anderen, an den Nord-Atlantik angrenzenden Sedimentationsgebieten lassen sich die Ablagerungen des Neogens der Lausitz an Hand der Zyklen 3. Ordnung sensu Haq et al. (1988) und Hardenbol et al. (1998) stratigraphisch genau fixieren. Die präglazialen neogenen Sedimente des Deckgebirges des 2. Lausitzer Flözes werden den Zyklen 3. Ordnung TB 2.3, TB 2.4, TB 2.5 und TB 2.6 sensu HAQ et al. (1988) zugeordnet (Tab. 5). Die Überflutung der Flözbank 1 des 2. Lausitzer Flözes wird als maximale Überflutungsfläche (mfs) interpretiert und leitete den HST des Zyklus TB 2.3 ein. In diesem Intervall wurden die Hangendschluffe 3, 2 und 1 abgelagert und werden als Lagunenbildungen interpretiert. Die nach der mfs entstandene Lagune wurde von meerseitig wandernden Sandbarrieren oder Nehrungen (barrier island complexes) begrenzt. Die Ablagerung der Seese-Sande wurde durch ein Überflutungsereignis in die Lagune initiiert, welches mit einer Impakt ausgelösten Tsunami im Zusammenhang stehen könnte (Göthel 2002a). Das dadurch antransportierte sandige Material wurde wie die Sedimentfracht späterer Flüsse in den zwischen den Nehrungen befindlichen Seegaten (tidal inlets) durch weitere, Sturm initiierte Überflutungsereignisse (Einsele 2000) umgesetzt und die lagunäre Hangendschluff-Sedimentation durch zunehmend sandige Bildungen unterbrochen (GWL 430, GWL 420) bzw. nach der Ablagerung des Hangendschluffs 1 durch sandige Bildungen abgelöst. Es erfolgte die Ablagerung von Feinsanden des Grundwasserleiters GWL 410.

Mit dem folgenden rapide fallenden Meeresspiegel begann der Zyklus TB 2.4 (untere Nochten-Formation, Tab. 5). Das

Intervall des LST führte zur Sedimentationsunterbrechung, die durch Wurzelhorizonte an der Basis des Oberbegleiter-Komplexes in der Lausitz belegt wird. Der zunehmend schnell steigende Meeresspiegel während des TST induzierte in der Lausitz wiederholt eine weiträumige Vermoorung. Die Oszillationen 4. Ordnung im TST des TB 2.4 führten hier mindestens zweimal zum Übergang der Auen-Ablagerungen mäandrierender Flüsse und breiter Überschwemmungsebenen mit prälignitischer Pflanzenassoziation in Vermoorungsgebiete und zur Bildung der Flöze Oberbegleiter 2 und Oberbegleiter 1. Die maximale Überflutung im TB 2.4 hatte in der nördlichen Lausitz die Umlagerung der Moorbildungen des Oberbegleiters 2 und die Ausbildung eines kohligen Schluff-Äquivalentes zur Folge, welches im Tagebau Klettwitz-Nord derzeit noch aufgeschlossen ist. Die Bildung des lithostratigraphischen Leithorizonts "Spezialton Hosena" markiert die Sequenzgrenze Ser2 und leitet den Zyklus TB 2.5 ein (obere Nochten-Formation). Fehlendes marines Plankton, Blattreste und z. T. rötliche Färbungen stützten seine Interpretation als Ablagerung einer alluvialen Deltaebene im Sequenzgrenzbereich. Mit dem langsam fallenden Meeresspiegel im HST des TB 2.5 folgte die regressive marine bzw. progradierende terrestrische Sedimentation, die bis zur Bildung von meist lokalen alluvialen bzw. limnisch-fluviatilen Bildungen führte. Aus dem Gebiet des Tagebaus Klettwitz-Nord wurden Tone und lokale Braunkohlenflözchen dokumentiert (Striegler & STRIEGLER 1981).

Ein markanter Sedimentationswechsel im Mittel-Miozän der Lausitz setzte im TB 2.6 ein. Insgesamt gesehen, fiel der Meeresspiegel ab dem TB 2.4, so dass in den nachfolgenden Zyklen 3. Ordnung der terrestrische Einfluss im Lausitzer Braunkohlenrevier immer mehr zunahm. Nach den aktuellen Befunden aus dem Tagebau Cottbus-Nord sind in der nördlichen Lausitz die Ablagerungen des LST des TB 2.6, die hier als Basissande der Rauno-Formation (Tab. 5) erstmals erkannt wurden, noch vorhanden. In der zentralen Lausitz (Tagebaue Klettwitz-Nord, Welzow-Süd) und in der südlichen Lausitz (Tagebau Nochten) fehlen wegen dem gesunkenen Meeresspiegel die Ablagerungen des LST. Die folgende Transgression erreichte hier nach einem Hiatus, der der Sequenzgrenze Ser2 entspricht, nicht mehr das Ausmaß, wie die Transgression im TB 2.3, die zur marinen Sedimentation des Zwischenmittels 1 bzw. zur Bildung des Cupressospermum-Niveaus im 2. Lausitzer Flöz führte (Abb. 2). Bohrlochgeophysikalisch markant ist die relativ hohe natürliche Radioaktivität der im TST des TB 2.5 und TB 2.6 abgelagerten Sande, die bisher in der zentralen und südlichen Lausitz als lithostratigraphische Basis der Rauno-Formation angesehen wurden. Ihr Ablagerungsraum verschiebt sich jedoch vom TB 2.5 zum TB 2.6 in nördliche Richtung (GÖTHEL 2004, in diesem Heft). Der eigentliche Sedimentationsumbruch erfolgte erst nach der weiträumigen Vermoorung im TB 2.6, die zur Bildung mehrerer Flözbänke des 1. Lausitzer Flözes führte. Grobklastische Bildungen im 1. Lausitzer Flöz kündigten einen zunehmenden alluvialen Einfluss an und können zum überwiegenden Teil als ästuarine Bildungen, die räumlich und zeitlich die Vermoorung unterbrechen, interpretiert werden. Sie stehen im zeitlichen Zusammenhang mit der maximalen Überflutung im TB 2.6. Die nach dem 1. Lausitzer Flöz folgenden "Kiessand- und Flaschenton-Horizonte" belegen den regressiven und progradierenden Trend im HST des TB 2.6 deutlicher als im HST des vorangegangenen Zyklus TB 2.5. Diese folglich als Bildungen der Alluvialebene eines Deltas interpretierten Ablagerungen charakterisieren den mittel-miozänen Sedimentationsumbruch im TB 2.6 in der Lausitz deutlich und bilden die typischen Sedimente der Rauno-Formation

Mit dem rapide fallenden Meeresspiegel zu Beginn des TB 3.1 setzte sich der Trend des global fallenden Meeresspiegels seit der Transgression im TB 2.4 fort, so dass sich mit Beginn des Ober-Miozäns die Nordsee aus der Lausitz zurückzog. Während die marin gesteuerte Sedimentation beispielsweise im Niederrhein-Gebiet fortgesetzt wurde und in Küstennähe die Flöze Garzweiler, Friesheim, Kirchheim und Schophoven im Ober-Miozän gebildet wurden, fand in der Lausitz keine Sedimentation statt.

Erst im TB 3.4 beeinflusste ein relativ hoher Meeresspiegelstand die fluviatile Rücklandsedimentation. Diesem Zyklus werden die Sande und Tone von Ottendorf-Okrilla und Weißwasser zugeordnet (Anlage 1, Göthel 2004, in diesem Heft). Ihr heutiges Höhenniveau ist mit den danach weiter stattfindenden Hebungen des Lausitzer Blocks begründet. Blatt-Floren belegen eine Einordnung in die Messinian-Stufe (Walther 1994) bzw. in die Landsäuger-Stufe MN 14 der Ruscinian-Stufe (Mai & Wähnert 2000) und damit die Zuordnung zum TB 3.4.

Ab dem Ober-Pliozän (Gelasian-Stufe) und vor allem im Pleistozän wurde die Eustatik und das Sedimentationsgeschehen zunehmend von kalten Klimaperioden beeinflusst. Sie gipfelten in der Lausitz mit den glaziären Ablagerungen ab dem Mittel-Pleistozän. Vorboten der Sedimentationsbeeinflussung in der Lausitz durch Glaziation reflektieren die Ablagerungen der Elbe und ihrer Nebenflüsse. Knochenfunde von *Mammuthus ("Archidiskodon") meridionales* (Südelephant) und normale paläomagnetische Polarität (Wolf & Schubert 1992) machen die Zuordnung der Sande und Kiese (mit kryoturbaten Strukturen!) des Bautzen-Elbelaufs zur Gelasian Stage (Olduvai-Subchron im Ober-Pliozän) wahrscheinlich.

Zusammenfassung

Mit Hilfe der Sequenzstratigraphie, insbesondere der eustatischen Zyklen 3. Ordnung sensu HaQ et al. (1988) und HARDENBOL et al. (1998) lassen sich die neogenen Ablagerungen in der Lausitz gliedern und chronostratigraphisch zuordnen. Deshalb werden die Formationsgrenzen im sequenzstratigraphischen Sinn an der Sequenzgrenze festgelegt und die Formationen demzufolge redefiniert (Tab. 5, Anlage 1 in GÖTHEL 2004, in diesem Heft).

Nach den moorfaziellen Entwicklungen der Bänke des 2. Lausitzer Flözes lässt sich ableiten, dass die vollständig ausgebildeten Sukzessionen (Flözbank 3 und Flözbank 1) an transgressive Entwicklungen und die unvollständig ausgebilde-

ten Sukzessionen (Flözbank 2) an regressive Entwicklungen in Zyklen 3. Ordnung geknüpft sind. Die Bildung einer moorfaziellen Sukzession ist als Parasequenz einem Zyklus 3. Ordnung untergeordnet. Eine Moorentwicklung wird – als autogene Sukzession – durch den Meeresspiegel nicht durchgängig kontrolliert, sondern nur initiiert, bei höherem Wasserspiegel stärker, bei niedrigerem schwächer. Die moorfazielle Sukzession entwickelt sich von der so gegebenen topogenen bzw. paralischen Startsituation eigengesetzlich zu den ombrotrophen Stadien fort. Das Endstadium der Sukzession wird durch die Humidität des Klimas bestimmt. Marin beeinflusst kann die Torfbildung nur in der Startphase der Sukzession sein und hier auch nur im *Cupressospermum*-Sumpfwald, der eine salzwasserverträgliche fazielle Vertretung des *Glyptostrobus*-Waldmoors darstellt.

Nach detaillierten Schlitzprofilaufnahmen am Brückentiefschnitt und Beobachtungen an der Kopfböschung im Jahr 2002 befinden sich im Tagebau Cottbus-Nord im Niveau der dunklen Fein- bis Mittelsande des Grundwasserleiters 410 helle, heterogen zusammengesetzte Sande, die in ihrer Korngröße von feinsandig bis mittelsandig zu grobsandig bis feinkiesig variieren. Sie führen braungraue Schluffgerölle und Schluff-Schollen, die sich durch das Vorkommen inkohlter Pflanzenreste auszeichnen. Letztere stehen nach ihrer Blätter-Taphozönose einer prälignitischen breiten Aue eines mäandrierenden Flusses im faziellen Zusammenhang mit paläobotanisch ebenfalls untersuchten Braunkohlen-Schollen. Die stratigraphische Zuordnung der Schluffgerölle und Braunkohlen-Schollen wird insbesondere anhand ihrer pflanzlichen Fossilien kritisch diskutiert. Die hellen, heterogen zusammengesetzten Sande lagern mit einer erosiven Grenze dem älteren neogenen Deckgebirge auf. Ihre erosive Basis kann das Niveau des Hangendschluffs 1 ebenso erreichen, wie die Füllungen pleistozäner Erosionsrinnen. Sie werden als Ablagerungen dem Lowstand Systems Tract (LST) des Zyklus 3. Ordnung TB 2.6 (sensu Hao et al. 1988, Tab. 5, Anl. 1, GÖTHEL 2004, in diesem Heft) zugeordnet und sind wegen des gefallenen Meeresspiegels nur in der nördlichen Lausitz vorhanden. Deshalb unterscheiden sie sich von den Ablagerungen des TST im TB 2.6, die in der zentralen Lausitz nach einem Hiatus auf die Nochten-Formation übergreifen und hier die lithostratigraphische Basis der Rauno-Formation bilden. Gehäufte Tempestit-Sequenzen und abgerollte Stammreste sind weitere Belege für die LST-Einordnung der Basissande von Cottbus-Nord. Mit ihrer Einordnung zur Basis der Rauno-Formation werden sie dem Grundwasserleiter 310 zugeordnet.

Durch den Vergleich von anstehendem neogenem Deckgebirge im Tagebau Cottbus-Nord mit bohrlochgeophysikalischen Messergebnissen wurde erstmals die weiträumige Verbreitung des GWL 310 der Rauno-Formation im Niveau des GWL 410 im Tagebau Cottbus-Nord nachgewiesen (Göthel 2002b). In der Vergangenheit wurde der GWL 310 entweder als GWL 410 oder als quartärer GWL interpretiert. Eine Unterscheidung des GWL 310 mit grobem Anteil und des GWL 410 ist anhand der bohrlochgeophysikalischen

Messergebnisse (BLM) möglich und wurde bereits praktiziert (Göthel & Petzold 2002).

Summary

The Neogene deposits in the Lausitz can be classified and chronostratigraphic assigned by means of sequence stratigraphy, in particular the eustatic cycles of 3rd order sensu HAQ et al. (1988) and HARDENBOL et al. (1998). Therefore, the formation boundaries – in sequence stratigraphic sense – are set at the sequence boundary and consequently the formations are redefined. (Tab. 5, Annex 1, GÖTHEL 2004).

According to the moor-facial developments of the seam layers of the Lausitz Seam 2 it can be concluded, that the completely developed successions (Seam layer 3 and Seam layer 1) are linked to transgressive developments and the incompletely developed successions (Seam layer 2) to regressive developments in cycles of 3rd order. The development of a moor-facial succession is subordinated to a cycle of 3rd order as para-sequence. A moor - as an autogeneous succession – is not continuously controlled by the sea level but only initiated, in case of higher water levels more and in case of lower level less. The moor-facial successions is developing from the existing topogene and/or paralic initial situation under its own inherent laws to the ombrotrophe stages. The final stage of the succession is determined by the humidity of the climate. Under marine influence the peat formation can only be in the starting phase of the succession, and here only in the Cupressospermum-swamp forest which is a salt-water compatible facial representation of the Glyptostrobus-swamp forest.

According to detailed profiling at the deep cut of the bridge and observations at the head wall in 2002 there are in the level of the fine to medium-grained sand of the aquifer 410 light coloured, heterogeneously grainsized sands (fine sand to medium-grained sand and coarse sand to fine gravel) in the Cottbus-Nord opencast mine. They can contain brownish gray silt-pebbles and blocks which are characterized by the occurrence of lignified plant remains. According to their leaf-taphocoenose, the latter are in facial connection with lignite blocks studied palaeobotanically too. The stratigraphic allocation of the silt-pebbles and lignite-blocks is critically discussed in particular on the basis of their plant fossils. The light coloured, heterogeneously grainsized sands are deposited with an erosive boundary on the older Neogene overburden rocks. Their erosive base can also reach the level of the Roof silt (Hangendschluff) 1 like the filling material of the Pleistocene erosion channels. They are assigned as depositions to the Lowstand Systems Tract (LST) of the cycle of 3rd order TB 2.6 (sensu HAQ et al. 1988, Tab. 5, Annex 1, Göthel 2004) and only occur in northern Lausitz due to the fallen sea level. Therefore, they differ from the depositions of the TST in TB 2.6, onlaping in the central Lausitz after a hiatus to the Nochten Formation and form here the lithostratigraphic base of the Rauno Formation. Widely-spread tempestit-sequences and subrounded stem

remains are further evidences for the LST-assignment of the Basal sands of Cottbus-Nord area. Parallel to their classification to the base of the Rauno Formation they are assigned to the aquifer GWL 310.

The wide spread of the aquifer GWL 310 sands of the Rauno Formation within the level of the aquifer 410 in the Cottbus-Nord opencast mine was first verified by the comparison of existing Neogene overburden rocks in the Cottbus-Nord opencast mine and measuring results of geological borehole logging (GÖTHEL 2002b). In the past, the aquifer GWL 310 was either interpreted as aquifer 410 or as Quaternary aquifer. A differentiation between aquifer GWL 310 with coarsegrained portions and aquifer 410 is possible by means of geophysical borehole measuring results (BLM) and has already been practised (GÖTHEL & PETZOLD 2002).

Danksagung

Ohne den Auftrag der Lausitzer Braunkohle AG (jetzt Vattenfall Europe Mining AG) an die Gesellschaft für Montan- und Bautechnik mbH für die vom Autor Michael Göthel durchgeführten Untersuchungen zum Deckgebirge des Tagebaus Cottbus-Nord wäre vorliegende Arbeit nicht möglich gewesen. Die Erteilung des Auftrags und die Bereitstellung der Projektmittel erfolgten durch den Leiter der Abteilung Bodenmechanik/Geologie/Kohlequalität Herrn Ulrich Warmbold. Herrn Rainer Thiele ist für die konstruktive Zusammenarbeit bei der Planung des Projekts und dem Gedankenaustausch ebenso zu danken, wie Herrn Lutz Schaarschmidt und Herrn Uwe Glaschker für die Unterstützung der Arbeiten im Tagebau Cottbus-Nord. Frau Ulrike Werschnik assistierte bei den Schlitzprofilaufnahmen im Tagebau. Die bohrlochgeophysikalischen Interpretationen erfolgten in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Hellfried Petzold. Insbesondere bedanken wir uns bei den Herren Dr. Werner Stackebrandt und Dr. Hans Ulrich Thieke/LBGR Kleinmachnow für die kritische Durchsicht des Manuskripts und ihre sehr dienlichen Hinweise.

Literatur

- Beschow, R. (1995): Lagerungsstörungen im Tagebau Schlabendorf-Süd, In: Schroeder, J. H. & W. Nowel (Hrsg.): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg Nr. 3: Lübbenau-Calau, S. 119-126, Berlin
- Bönisch, R. (1989): Rhythmizität und Symmetrie im 2. Lausitzer Flözhorizont ein Beitrag zur Flözgenese. Z. Angew. Geol. **35** 4, S. 106-110, Berlin
- Bönisch, R., Grunert, K. & W. Schneider (1983): Neue Untersuchungsergebnisse der kohlegeologischen Erkundung im Förderraum Lausitz. Z. Angew. Geol. **29** 10, S. 469-475, Berlin
- Bönisch, R. & K. Grunert (1985): Verschluffung und Aufspaltung der 2. Bank des 2. Lausitzer Flözes im Gebiet Lübbenau-Cottbus-Forst. Z. Angew. Geol. 31, 2, S. 33-39, Berlin

- EINSELE, G. (2000): Sedimentary Basins Evolution, Facies, and Sediment Budget. 792 S., 2. Aufl., New York (Springer)
- Füchtbauer, H. (1988): Sedimente und Sedimentgesteine. 1141 S., 4. Auflage, Stuttgart (Schweizerbart)
- GÖTHEL, M. (1997): Eine stratigraphisch bedeutende Kernbohrung im Tertiär des Braunkohlenfeldes Jänschwalde-Neiße. Natur und Landschaft in der Niederlausitz 18, S. 103-120, Cottbus
- Göthel, M. (2002a): Die Seese Sande des Mittel-Miozäns der Lausitz - Ablagerungen einer Tsunami? - Natur und Landschaft in der Niederlausitz 22, S. 1-7, Cottbus
- GÖTHEL, M. (2002b): Unterscheidung des feinsandigen GWL 410 von niveaugleichen gröberen Ablagerungen im tertiären Deckgebirge des Tagebaues Cottbus-Nord im Gebiet der Schlitzprofilaufnahmen für den Abbaubetrieb von 2000 bis April 2002. Bericht, 28 S., GMB mbH, Senftenberg (unveröff.)
- GÖTHEL, M. (2004): Stratigraphie des Känozoikums in Brandenburg mit spezieller Berücksichtigung des Braunkohlenreviers Lausitz. Brandenburg. geowiss. Beitr. 11 1, S. 149-168. Kleinmachnow
- GÖTHEL, M. & K. GRUNERT (1996): Neue Erkenntnisse aus der Braunkohlen-Erkundung zur Trias-Stratigraphie der Lausitzer Triasscholle. - Freiberger Forsch.h. C 464, S. 175-202, Freiberg
- GÖTHEL, M. & H. PETZOLD (2002): Verbreitung, Mächtigkeit und Unterkante des Grundwasserleiters 310 mit grobsandiger bis feinkiesiger Ausbildung und seine Abgrenzung vom Grundwasserleiter 410 sowie dem niveaugleichen quartären Grundwasserleiter im zukünftigen Abbauraum des Tagebaues Cottbus-Nord Teil 2: Jahresscheiben 2007 bis 2009. Bericht, 11 S., GMB mbH, Senftenberg (unveröff.)
- HARDENBOL, J., THIERRY, J., FARLEY, M. B., DE GRACIANSKY, P.-C. & P. R. VAIL (1998): Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Framework of European Basins. In: DE GRACIANSKY, P.-C., HARDENBOL, J., JACQUIN, T. & P. R. VAIL (Eds.): Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins. Soc. Sedim. Geol., Spec. Publ. 60: charts 1-8, Tulsa
- HAQ, B. U., HARDENBOL, J. & P. R. VAIL (1988): Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. In: WILGUS, C. K., HASTINGS, B. S., ROSS, C. A., POSAMENTIER, H., WAGONER, J. & C. G. C. KENDALL (Eds.): Sea-level changes an integrated approach. Society of economic paleontologists and mineralogists special publication No. 42, S. 71-108, Tulsa

Fortsetzung Seite 72

Tertiäres Deckgebirge Cottbus-Nord

Tafel 1

Plate 1





Fotos/photos: M. Göthel, 23.01.2002



Bild 2 Fig. 2

Rild 1

Tagebau Cottbus-Nord, Kopfböschung am Schwenkende:

Basissande der Rauno-Formation (GWL 310) mit zwei bogigen Schrägschichtungssets und Schrägschichtung niederer Ordnung (Einfallen der Lamellen nach Osten bis Südosten), am Spaten Auflagerung der Sande des GWL 310 mit Tempestiten auf dem Hangendschluff-Komplex *Fig. 1*

Cottbus-Nord opencast mine, head wall at the end of the bench:

Basal sands of the Rauno Formation (aquifer GWL 310) with two sets of tangential cross stratification and subordinate cross stratification (foreset laminae dipping to East and Southeast), onlaped superposition of the aquifer GWL 310 sands with tempestites on the roof silt complex at the spade

Bild 2

Tagebau Cottbus-Nord, Kopfböschung am Schwenkende:

Basissande der Rauno-Formation (GWL 310) mit basaler Tempestit-Folge, charakterisiert durch Kleinrinnen (*gutter casts*), dunkelbraungrauen Schluffgeröllen und -fetzen sowie beuliger Schrägschichtung (*hummocky cross stratification*, HCS)

Fig. 2

Cottbus-Nord opencast mine, head wall at the end of the bench:

Basal sands of the Rauno Formation (aquifer GWL 310) with basal tempestite sequence, characterized by gutter casts, dark brownish gray silt pebbles and shatterings, as well as hummocky cross stratification (HCS)

Tertiäres Deckgebirge Cottbus-Nord



Plate 2



Bild 1 Fig. 1

> Fotos/photos: M. Göthel, 23.01.2002



Bild 2 Fig. 2

Bild I

Tagebau Cottbus-Nord, Brückentiefschnitt in der Nähe des Schwenkendes:

Basissande der Rauno-Formation (GWL 310) mit bogigem Schrägschichtungsset und Schrägschichtung niederer Ordnung (Einfallen der Lamellen nach Osten bis Südosten) sowie Schlamm-Drapierungen (*mud drapes*) in Form von dunkelbraungrauen Schlufflamellen

Fig. 1

Cottbus-Nord opencast mine, bridge deep cut nearby the end of the bench:

Basal sands of the Rauno Formation (aquifer GWL 310) with tangential cross stratification set and subordinate cross stratification (lamella dipping to East and to Southeast), as well as mud drapes, formed by dark brownish gray silt lamelles

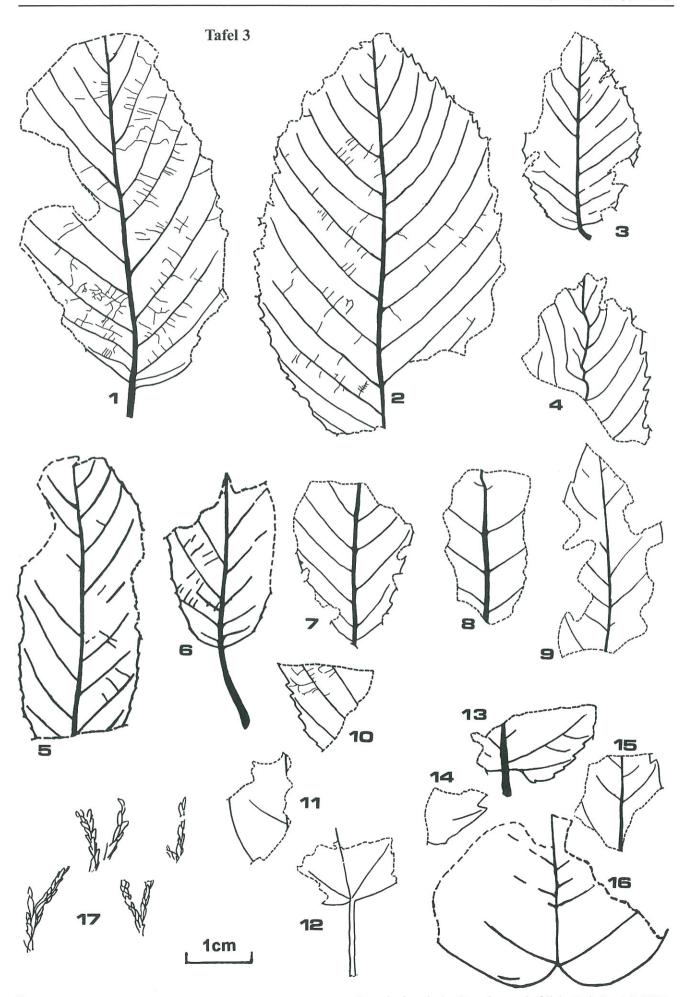
Bild 2

Tagebau Cottbus-Nord, Brückentiefschnitt in der Nähe des Schwenkendes:

Basissande der Rauno-Formation (GWL 310) mit einer Tempestit-Sequenz, oben Schluff flaseriger Sand durch Rippel-Schichtung (current ripple stratification, CRS), unten beulige Schrägschichtung (hummocky cross stratification, HCS) mit Xylit Fig. 2

Cottbus-Nord opencast mine, bridge deep cut nearby the end of the bench:

Basal sands of the Rauno Formation (aquifer GWL 310) with a tempestite sequence, silt flasered sand by current ripple stratification (CRS) in the upper part, hummocky cross stratification (HCS) with xylite in the lower part



Tafel 3

Blatt- und Nadelfossilien aus der braungrauen Schluff-Scholle (Mächtigkeit 0,1 m) mit inkohlten Pflanzenresten aus dem Basisbereich der Sande des GWL 310 am Schwenkende des Tagebaus Cottbus-Nord

(Zeichnung und Bestimmung: Wilfrid Schneider, 04.06.2003)

1 - 4 Phyllites morphospecies 1

Die Morphologie spricht für *Ulmus*. Die Kutikulenpräparate bestätigen dies vorerst nicht. Hierzu sind weitere Vergleichsarten zu untersuchen.

5 - 6 Phyllites morphospecies 2

Kleines, gezähntrandiges Blatt mit langem Petiolus. Kutikula der abaxialen Seite mit vermutlich parazytischen Stomata und körnigem Wachsbelag.

7 Phyllites morphospecies 3

Fragment eines fiedernervigen Blatts. Kutikula der adaxialen Seite mit vierzelligem Trichom. Möglich: *Alnus*.

8 Phyllites morphospecies 4

Fragment eines fiedernervigen Blatts mit kräftigen alternierenden Sekundärnerven. Kutikula mit keinen deutbaren Strukturen.

9 Phyllites morphospecies 5

Fragment eines fiedernervigen Blatts. Im apikalen Teil ist ein kräftiger Zahn erkennbar.

10 Phyllites morphospecies 6

Fragment eines (?)fiedernervigen Blatts mit gesägtem Rand.

11 Phyllites morphospecies 7

Fragment eines ganzrandigen derben Blattes. Nur adaxiale Kutikula. Diese kräftig striat mit einem Trichopodium.

12 Phyllites trilobum (Menzel)

Fragment eines handnervigen Blatts mit drei Hauptnerven und langem Petiolus. Kutikula beider Seiten. Stomata parazytisch. Zum rezenten Genus *Liquidambar* gehörig. Hierzu auch die Sporomorphen *Periporopollenites stigmosus*. Typischer Vertreter der prälignitischen Auenwald-Fazies (F-Fazies).

13 - 16 Phyllites tricuspidatus (BRONN)

Fragmente handnerviger Blätter mit drei Hauptnerven und cordater Basis. Gute Kutikula-Präparate mit Fragmenten beider Blattseiten. Adaxiale Kutikula leicht striat. Abaxiale Kutikula gefeldert. Stomata anomozytisch. Lange einzellige Deckhaare. Bestimmung: *Acer*. Typischer Vertreter der prälignitischen Auenwald-Fazies (F-Fazies).

17 Glyptostrobus europaea (Brongiart) Unger Zweigfragmente

Plate 3

Leaf fossils from the brownish gray silt body (0,1 m in thickness) embedded in the basal part of sands in the aquifer GWL 310 near the end of the bench of the Cottbus-Nord open cast mine (drawing and determination: Wilfrid Schneider, 04.06.2003)

1 - 4 Phyllites morphospecies 1

The morphologic characteristics point to genus *Ulmus*. Cuticle preparation can not verify this comparison. For this further investigations are necessary.

5 - 6 Phyllites morphospecies 2

A small leaf with toothed margin and long petiole. Abaxial (lower) cuticle showing (?)paracytic stomata and grains of superficial wax (pl. 4/8).

7 Phyllites morphospecies 3

Fragment of a pinnate leaf. Adaxial (upper) cuticle with 4-celled trichome base. Botanical affinity: ?*Alnus*.

8 Phyllites morphospecies 4

Fragment of a pinnate leaf with strong secondary veins.

Cuticle without useful structures.

9 Phyllites morphospecies 5

Fragment of a pinnate leaf. Near the apex a strong tooth is visible.

10 Phyllites morphospecies 6

Fragment of a (?)pinnate leaf with toothed margin.

11 Phyllites morphospecies 7

Fragment of a coriaceous leaf with entire margin. Adaxial (upper) cuticle thick, striate, with a trichome base.

12 Phyllites trilobus (MENZEL)

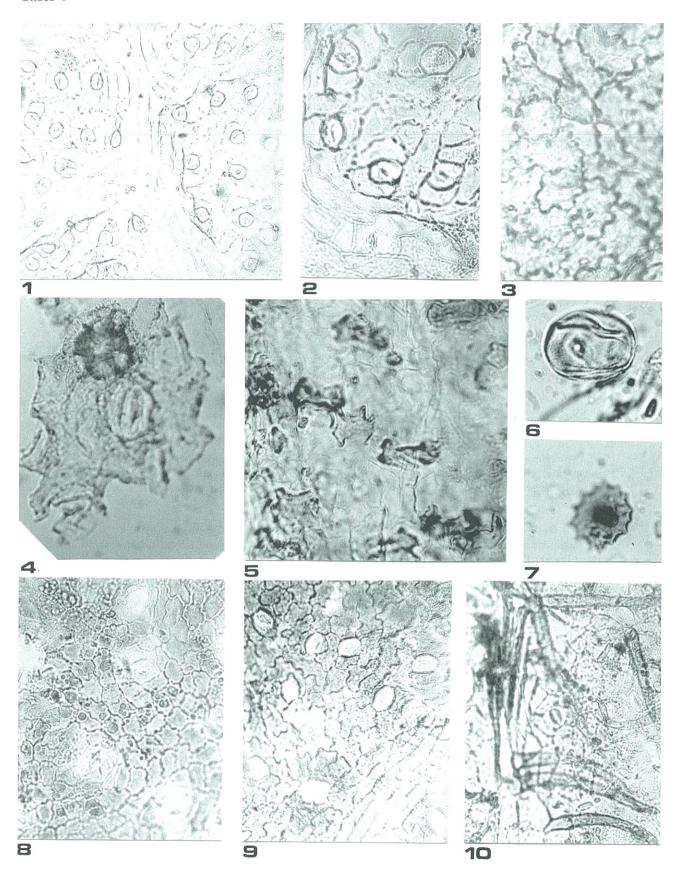
Fragment of an actinodromous leaf showing three primary veins and long petiole. Cuticle of both surfaces. Leaf hyostomatic. Stomata paracytic. Botanical affinity: genus *Liquidambar*. The same affinity is applied to morphotaxon *Periporopollenites stigmosus*. *Liquidambar* trees are typical of "prelignitic" riparian forest ("F"-facies).

13 - 16 Phyllites tricuspidatus (Bronn)

Fragments of actinodromous leaves showing three primary veins and cordate leaf base. Cuticle of both surfaces well preserved. Adaxial (upper) cuticle slightly striate. Abaxial (lower) cuticle divided into veins and non venous areas. Stomata anomocytic. Trichomes single-celled, elongated. Botanical affinity: genus *Acer*. Like *Liquidambar Acer* represents the riparian forest ("F"-facies) in the subjacent beds of the lignite seams.

17 Glyptostrobus europaea (Brongniart) Unger Twig fragments.

Tafel 4



Tafel 4

Pflanzliche Mikrofossilien aus der braungrauen Schluff-Scholle (Mächtigkeit 0,1 m) mit inkohlten Blatt- und Nadelresten aus dem Basisbereich der Sande des GWL 310 am Schwenkende des Tagebaus Cottbus-Nord

(Fotos und Bestimmung: Wilfrid Schneider, 04.06.2003)

Das Fossilmaterial ist im Museum der Natur und Umwelt Cottbus aufbewahrt. Die Kutikularpräparate sind Bestandteil der Sammlung Wilfrid Schneider. Die Beschreibung der neuen Arten erfolgt im Rahmen einer speziellen Bearbeitung der Blattfossilien im Bereich des Oberbegleiters.

- 1-3 *Piliparicutis hornoensis* sp. nov. Cuticula dispersa, zu einem Lorbeergewächs (*Lauraceae*) gehörig. Präp. 4160.
 - Kutikula der Blattunterseite (abaxial). Spaltöffnungen in den Feldern zwischen den feinen Blattner ven. Vergr. 200 x.
 - Spaltöffnungen stärker vergrößert, mit paarigen seit lichen Nebenzellen. Über dem Nerv (unten) eine abnorm gestaltete Spaltöffnung (Wasserspalte). Vergr. 400 x.
 - 3 Kutikula der Blattoberseite (adaxial). Zellen mit undulaten, teilweise knotig verdickten Zellwänden. Vergr. 400 x.
- 4 *Pilisolicutis merkaensis* sp. nov. Cuticula dispersa, zu einem Buchengewächs (*Fagaceae*) gehörig. Eine große ovale Spaltöffnung, darüber ein kräftig kutinisierter Haarfuß. Präp. 4194. Vergr. 900 x.
- 5 Graminophyllum sp. Cuticula dispersa zu einem Süßgras gehörig. Kennzeichnend die knochen- oder hantelförmigen, kräftig konturierten "Kurzzellen", die sich zwischen die nur mit einer dünnen Kutikula ausgestatteten normalen "Langzellen" einschieben. Präp. 4189. Vergr. 900 x.
- 6 *Graminidites* sp. Pollenkorn eines Grases, mit nur einer Keimpore. Präp. 4188. Vergr. 900 x.
- 7 Kennzeichnender, nur in der Riedmoorkohle (Tab. 2) nach gewiesener Pilzrest: kreisrunde Scheibe mit gezähntem Umriss und einem zentral ansitzenden kurzen Stummel. Präp. 4188. Vergr. 900 x.
- 8 Phyllites morphospecies 2. Kutikula der abaxialen Seite mit vermutlich parazytischem Stomata und körnigem Wachsbelag. Zellwände eng aber flach undulat. Blatt 003, Präp. 4157. Vergr. 400 x.
- 9 Phyllites trilobus (MENZEL) comb. nov. Kutikula der Blattunterseite (abaxial). Stomata mit je zwei seitlichen Nebenzellen (parazytisch). Blatt 005, Präp. 4159. Vergr. 400 x.
- 10 Phyllites tricuspidatus (BRONN) comb. nov. Kutikula der Blattunterseite (abaxial) mit Spaltöffnungen und einzelligen spitzen Deckhaaren. Blatt 007, Präp. 4172. Vergr. 400 x.

Plate 4

Plant microfossils from brownish gray silt body (0,1 m in thickness) embedded in the basal part of the sands in the aquifer GWL 310 near the end of the bench of the Cottbus-Nord open cast mine (photographs and determination: Wilfrid Schneider, 04.06.2003) The fossil material is preserved in the Cottbus "Museum der Natur und Umwelt". Cuticula preparations are parts of the collection Wilfrid Schneider. The description of new morphospecies and combinations will be published in a separate paper.

- 1-3 Piliparicutis hornoensis sp. nov. Morphospecies of dispersed cuticles from Lauraceous leaves (Lauraceae). Prep. 4160.
 - Cuticle from abaxial (lower) leaf surface. Stomata in non venous areas. 200 x.
 - Stomata stronger magnified, with paired lateral subsidiary cells. Vein showing an atypical stoma (below): ?water stomata. 400 x.
 - 3 Cuticle from adaxial (upper) leaf surface. Cell walls undulate, partly with special ornamentations (knobs). 400 x.
- 4 *Pilisolicutis merkaensis* sp. nov. Morphospecies of dispersed cuticles showing anomocytic stomata and trichomes. Botanical affinity: *?Fagaceae*. Stomata large. On top a strong cutinized trichome base. Prep. 4194. 900 x.
- 5 *Graminophyllum* sp. Cuticula dispersa belonging to a grass (*Poaceae*). Dump-bell shaped, thickwalled "short-cells" intercalated between "long-cells" covered by thin cuticle. Prep. 4189. 900 x.
- 6 Graminidites sp. Pollen grain from a grass characterized by only one porus. Prep. 4188. 900 x.
- Fungal remain proved only in the reed stratum (Tab. 2): circular disc with toothed outline and a centrally rised short stump. Prep. 4188. 900 x.
- 8 Phyllites morphospecies 2 (pl. 3/5-6). Abaxial (lower) cuticle with probable paracytic stomata and wax grains. Cell walls undulate with low wave amplitude. Leaf specimen 003. Prep. 4157. 400 x.
- 9 Phyllites trilobus (MENZEL). Morphotaxon of a fossil Liquidambar leaf. Abaxial (lower) Cuticle. Stomata with two lateral subsidiary cells (paracytic type). Leaf specimen 005. Prep. 4159, 400 x.
- 10 Phyllites tricuspidatus (Bronn). Morphotaxon of a fossil Acer leaf. Abaxial (lower) Cuticle. Stomata without subsidiary cells. Simple trichomes. Leaf specimen 007. Prep. 4172. 400 x.

- Kühner, R. (1991/92): Ein Blättertonvorkommen im Tagebau Cottbus-Nord. Natur und Landschaft in der Niederlausitz 13, S. 33-35, Cottbus
- LITKE, R. (1967): Kutikularanalytischer Nachweis für einen Wechsel von warmgemäßigtem zu warmem Klima im Jungtertiär. Abh. Zentr. Geol. Inst. 10, S. 123-127, Berlin
- MAI, D. H. (2001): Die mittelmiozänen und obermiozänen Floren aus der Meuroer und Raunoer Folge in der Lausitz, Teil
 III: Fundstellen und Paläobiologie. Palaeontographica B
 258, S. 1-85, Stuttgart
- MAI, D.-H. & V. WÄHNERT (2000): On the problems of the Pliocene Floras in Lusatia and Lower Silesia. Act. Palaeobotanica 40, 2, S. 165-205, Krakow
- Menzel, P., Gothan, W. & J. Sapper (1933): Neues zur Tertiärflora der Niederlausitz. Arb. Inst. Paläobot. 3, S. 1-44, Berlin
- Schneider, W. (1965): Zur faziellen Entwicklung im "Oberbegleiter des Lausitzer Unterflözes" im Tagebau Spreetal. Freiberg. F.H. C 189, S. 203-224, Leipzig
- Schneider, W. (1972): *Laurophyllum rugatum* Bůžek & Kvaček aus dem Miozän der Lausitz. Paläont. Abh. IV 1, S. 133-137, Berlin
- Schneider, W. (1979): Zur Feinstratigraphie des 2. Lausitzer Flözhorizonts (Miozän) unter besonderer Berücksichtigung der Verbreitung der Koniferengattung *Cunninghamia* R. Br. Z. geol. Wiss. 7, 4, S. 479-485, Berlin
- Schneider, W. (1997): Die Entwicklung der tertiären Moorlandschaften im Raum Gräbendorf (2. Lausitzer Flözhorizont, Flözbank 2). Natur und Landschaft in der Niederlausitz 18, S. 79-93, Cottbus
- Schneider, W. (2000): *Myrica*-Blattfossilien in den miozänen Braunkohlenschichten der Lausitz und angrenzender Gebiete. Natur und Landschaft in der Niederlausitz **20**, S. 84-111, Cottbus
- Schneider, W. (2002): Das "Lausitzer Braunkohlemoor" im Spreeauenpark Cottbus. Natur und Landschaft in der Niederlausitz 22, S. 8-17, Cottbus
- Schneider, W. (2004, im Druck): Eine blätterführende Taphocoenose im 2. Lausitzer Flöz von Nochten: Taxonomie, Taphonomie und Phytostratigraphie. Palaeontographica B, Stuttgart.
- STACKEBRANDT, W. & A. O. Ludwig (2002): Hinweise auf neotektonische Aktivitäten im nördlichen Mitteleuropa. Terra Nostra 2002 6, S. 349-351
- Striegler, U. & R. Striegler (1981): Die paläobotanische Sammeltätigkeit des Bezirksmuseums Cottbus auf der Klett-

- witzer Hochfläche. Natur und Landschaft im Bezirk Cottbus 3, S. 72-84, Cottbus
- Suhr, P., Schneider, W. & J.-M. Lange (1992): Facies relationships and depositional environments of the Lausitzer (Lusatic) Tertiary. 13th IAS Reg. Meet. Sedimentology, Exc. Guide-book, S. 229-260, Jena
- Walther, H. (1994): Die neogene Flora von Ottendorf-Okrilla. Altenbg. nat. wiss. Forsch. 7, S. 210-211, Altenburg
- Wolf, L. & G. Schubert (1992): Die spättertiären bis elstereiszeitlichen Terrassen der Elbe und ihrer Nebenflüsse und die Gliederung der Elster-Kaltzeit in Sachsen. Geoprofil 4, S. 1-43, Freiberg

Anschrift der Autoren:
Dipl.-Geol. Michael Göthel
Landesamt für Bergbau, Geologie
und Rohstoffe Brandenburg
Bereich Geologie
Stahnsdorfer Damm 77
14532 Kleinmachnow
E-mail: goethel@lgrb.de

Dr. Wilfrid Schneider Alte Berliner Straße 13 d 02977 Hoyerswerda E-Mail: drwi.schneider@arcor.de

Mitteilung aus dem Landesamt No. 183