Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	**6** (1999), 2	S. 65–77	4 Abb., 27 Lit.

Schlußfolgerungen über Untersuchungen zum Rhät/Lias der Vetschauer Keupermulde (Lausitzer Triasscholle)

mit einem Anhang von Rudolf Daber

MICHAEL GÖTHEL

1. Einleitung

Im Rahmen des Kartierungsprogrammes der Staatlichen Geologischen Kommission der DDR wurden 1962 in der Lausitz vier Kartierungsbohrungen (Burg 2, Lübben 2, Oderin 1, Oderin 2) geteuft, in denen erstmalig Ablagerungen des Juras im Bereich der Wünsdorf-Cottbuser Flanke angetroffen und von Dr. R. TESSIN in den Schichtenverzeichnissen der Bohrungen dokumentiert wurden. Die angetroffenen marinen Faunen ließen eine biostratigraphische Stufenzuordnung zu. Sicherlich bedarf es in der heutigen Zeit einer Neubearbeitung, besonders hinsichtlich der in diesem Aufsatz zitierten und von Dr. J. WORMBS durchgeführten Fossilbestimmungen. Jedoch stellen die damaligen Ergebnisse bis heute grundlegende Erkenntnisse zur lithologischen Entwicklung des Juras in der Lausitz dar. Die vor allem in den 80er Jahren sehr zahlreich geteuften Prätertiärbohrungen der Braunkohlenerkundung lieferten eine Fülle von stratigraphischen und tektonischen Ergebnissen. Heute stellt sich die Lausitz als eines der geologisch am besten erkundeten Gebiete Mitteleuropas dar. Prof. Dr. HERMANN BRAUSE (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie), der Pionier in der Bearbeitung des präkänozoischen Untergrundes in der Lausitz, vermutete schon bei der Kartierung des Blattes Cottbus (M-33-III, Geologische Karte der DDR, i. M. 1 : 200 000, 1990) das Vorkommen von Oberem Keuper und Lias im Zentrum der Vetschauer Keupermulde. Im Rahmen der Erkundung durch die Braunkohlenindustrie gelang es, dieses Vorkommen biostratigraphisch nachzuweisen. Im Zentrum der Vetschauer Keupermulde wurden etliche Bohrungen während der Erkundung des Braunkohlenfeldes Missen (1983-1984) und des Braunkohlenfeldes Seese-Ost (1985-1986) durch den Erkundungsbetrieb VEB Braunkohlenbohrungen und Schachtbau Welzow (BuS), der Erkundung des Braunkohlenfeldes Calau-Nord (1985-1986) durch den VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle (GFE) sowie durch Erkundungsmaßnahmen im Rahmen des Außenpegelprogrammes des Braunkohlen-Tagebaues Seese-Ost (1987-1990) durch den Betriebsteil Kittlitz des Braunkohlenkombinates Senftenberg geteuft, deren präkänozoischer Anteil durch Herrn K. GRUNERT feinstratigraphisch aufgenommen und die verwertbaren Florenreste geborgen wurden. Dr. W. LÖHNING führte die Nachinterpretation der bohrlochgeophysikalischen Meßkurven durch. Die mikrobotanischen Untersuchungen wurden im Auftrag des Erkundungsbetriebes BuS Welzow von Dr. G. FREYER (GFE) sowie Dr. I. BACH und Dr. E. SCHULZ (Zentrales Geologisches Institut, Berlin) durchgeführt. Auf der Grundlage dieser Erkundungsergebnisse erfolgte erstmalig eine detaillierte Darstellung des Rhät/Lias-Vorkommens durch GÖTHEL & GRUNERT 1996. Neue Aspekte zu dieser Darstellung ergaben sich nach der makrofloristischen Untersuchung von Kernproben der Braunkohlenbohrung SeeseO 5217/87, die in diesem Aufsatz vorgestellt werden.

Die Gesteinsbezeichnungen entsprechen der Feldansprache in Übereinstimmung mit den Indikationen der bohrlochgeophysikalischen Messungen. Die klastischen Sedimente wurden nach TGL 34337 angesprochen. Die Übergänge von Ton- bzw. Schluffstein zu Kalkstein und Dolomit wurden nach der Heftigkeit der Reaktion mit Salzsäure, der Helligkeit, der Absonderung und dem Bruch beurteilt. Es werden Tonmergelsteine von Mergelsteinen und Kalkmergelsteinen bzw. Dolomitmergelsteinen unterschieden. Die Tonmergelsteine schließen dabei kalkige Tonsteine, die Mergelsteine Tonmergelsteine nach der Nomenklatur von FÜCHTBAUER (1988) ein. Mergelsteine und Schluffmergelsteine sondern oft plattig ab. Kalk- und Dolomitmergelsteine brechen im allgemeinen splittrig. Kalkmergelsteine sind oft hell gefärbt. Die Unterscheidung toniger bzw. schluffiger Kalksteine/Dolomite von reinen Kalksteinen/Dolomiten ist nach der Nomenklatur von FÜCHTBAUER (1988) feldgeologisch nicht möglich.

Die Autoren danken Herrn K. GRUNERT (Naturwissenschaftlicher Verein der Niederlausitz e.V.) und Herrn Dr. R. STRIEGLER (Museum der Natur und Umwelt Cottbus) für die Zurverfügungstellung der Bohrkern-Dokumentationen und des Fossilmaterials. Besonderer Dank gebührt der Lausitzer Braunkohle AG für die Zurverfügungstellung der bohrlochgeophysikalischen Meßkurven und der mikropaläobotanischen Untersuchungsergebnisse aus den Braunkohlenerkundungen. Das Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg stellte die Schichtenverzeichnisse der Kartierungsbohrungen zur Verfügung und ermöglichte letztendlich die Publikation dieser Schrift.

2. Regionalgeologische Situation und Ablagerungsmilieu von Oberer Trias und Jura

Die Lausitzer Triasscholle befindet sich am Südrand der Nordostdeutschen Senke. Die Begrenzung der Lausitzer Triasscholle erfolgt im Südwesten durch den Lausitzer Haupt-

abbruch und im Nordosten durch die Wünsdorf-Cottbuser Flanke. Diese Störungszonen gehören als Teilsegmente zu den Mitteldeutschen Hauptabbrüchen, die den Südrand der Nordostdeutschen Senke durch ihre fiederartige Anordnung charakterisieren. Die Lausitzer Triasscholle ist ebenfalls durch eine intensive saxonische Bruchtektonik gekennzeichnet und durch NE - SW sowie NW - SE streichende Störungen in einzelne Teilschollen gegliedert, zu denen die Vetschauer Keupermulde gehört.

Während sich die Sedimentation im Hauptabsenkungsstadium der Nordostdeutschen Senke vom Saxon bis zum Mittleren Keuper durch regionale Beckenbildung vollzog, trennen die Mitteldeutschen Hauptabbrüche unter Mitbeteiligung horizontaler, dextral gerichteter Bewegungen während wiederholt mesozoisch-känozoischer Beanspruchungen seit dem Oberen Keuper ein Gebiet mit vorwiegender Hebung im Süden (Böhmisches Massiv) von einem Gebiet mit vorherrschender Senkung im Norden (Nordostdeutsche Senke). Die Einebnung des variszischen Gebirges erfolgte bis in die Trias durch Hauptabsenkung mit ausgeglichener Sedimentation. Verflochtene Flusssysteme transportierten siliziklastische Sedimente als variszische Spätmolasse in ein sich aus dem variszischen Vortiefenbecken entwickelndes einheitliches epikontinentales Germanisches Becken. Diese Schüttungen wurden seit dem Zechstein (Pz) durch verschiedene, vorwiegeng karbonatische Transgressionen aus dem Nordmeer, die zur Bildung eines Randmeeres führten, unterbrochen. Im Süden wurde das Germanische Becken durch das Böhmisch-Vindelizische Festland vom Tethys-Ozean getrennt. In der Trias dehnte sich das Germanische Becken weiter nach Süden aus. Die Ablagerungsverhältnisse waren seit der Zechsteintransgression im Gebiet der Lausitzer Triasscholle mit überwiegend siliziklastisch entwickeltem Unterem und Mittlerem Buntsandstein (Tsu, Tsm) vorwiegend marin. Die mit der Röttransgression im Oberen Buntsandstein (Tso) einsetzende dominierende Karbonatentwicklung belegt die im Muschelkalk (Tm) bestehende wechselnde Verbindung zur Tethys.

Im Keuper ist der Sedimentationsraum des Germanischen Beckens nahezu abgeschlossen vom Meerwasserzufluß. Es überwiegen Ton-, Schluff- und Sandsteine. Der Untere Keuper enthält noch vermehrt Dolomitsteine, die während episodischer Meeresüberflutungen aus der Tethys gebildet wurden. Das nördlichste Vorkommen von *Costatoria goldfussi* v. ALBERTI im Grenzdolomit der Vetschauer Keupermulde (GÖTHEL & GRUNERT 1993) belegt den Einfluß der Tethys am Ausgang des Unteren Keupers auch im Gebiet der Lausitzer Triasscholle. Vom Unteren bis Mittleren Keuper wird der terrestrische Einfluß durch siliziklastische Schüttungen aus dem baltoskandinavischen Raum bestimmt. Im Mittleren Keuper folgen stärker tonige Sedimente mit Gips und Anhydrit, dem Gipskeuper sowie die Gesteine des Oberen Steinmergelkeupers vermehrt mit Sandsteinen.

Im Mittleren Keuper nehmen die Ablagerungsverhältnisse des epikontinentalen Germanischen Beckens mit zunehmender Trockenheit kontinentaleren Charakter an. Die verminderte Transportkraft der Gewässer führte dazu, daß nur feinstes Material in die stark vorkonzentrierte, verbrackende Lauge von übriggebliebenen Playa-Seen des ehemaligen Randmeeres gelangte. Zwischen dem Absatz von vorwiegend Tonmergelsteinen kam es zeitweilig zur Ausscheidung von salinaren Gesteinen. Die mächtigen erosiv angelegten Sandsteinstränge im Schilfsandstein, der den Gipskeuper in Unteren und Oberen Gipskeuper teilt, (und wohl auch die Lettenkohlensandsteine des Unteren Keupers) wurden in der Flutfazies eines verzweigten Flusssystems aus dem baltoskandinavischen Raum nach Südosten geschüttet (WURSTER 1968, RICKEN et al. 1998). Die geringermächtigen tonigen Feinsandsteine sowie Schluffe und Tonsteine wurden bei Hochwasserereignissen durch Schichtfluten und infolge Uferdammdurchbrüchen unkanalisiert auf der Überflutungsebene zwischen den Flussarmen in die ehemaligen Playa-Seen oder in teilweise vermoorte Tümpel der Auen abgesetzt.

Der Untere Gipskeuper (Tkm1) beginnt in der Lausitz mit Gips und Anhydrit führenden Tonmergelsteinen, die den Unteren Gipsmergeln im Thüringer Becken (DOCKTER 1974) bzw. den Grundgips-Schichten in Mecklenburg (BEUTLER 1980) entsprechen. Etwa 5 m über der Basis ist eine ca. 1 m mächtige, mit Tonstein durchsetzte Gipsbank eingeschaltet. *Myophoria kefersteini* v. MÜNSTER in der Bleiglanzbank des Unteren Gipskeupers, die in der Vetschauer Keupermulde nachgewiesen wurde (GÖTHEL & GRUNERT 1996), belegt wiederum den tethyalen Einfluß in der Trias. Über der Bleiglanzbank beginnen die Mittleren Gipsmergel bzw. die Unteren Hauptgips-Schichten, eine Folge von oft brekziösen Tonsteinen und Tonmergelsteinen sowie zahlreichen weißen Gipslagen und -knoten und intraformationellen Geröllen. In den Oberen Hauptgips-Schichten, überwiegend dolomitische Tonsteine mit vereinzelten Dolomitmergelsteinlagen, ist ca. 3 m unter der Hangendgrenze eine bis zu 8 m mächtige Gipsbank eingelagert. Im Unteren Gipskeuper treten Rotfärbungen nur untergeordnet auf. Charakteristisch sind dunkle Färbungen.

Der Schilfsandstein (Tkm2) wird durch glimmerhaltige, karbonatische, zum Teil kaolinitische Fein- und Mittelsandsteine sowie Tonsteine und Tonschluffsteine vertreten. Die Sandsteine sind zum Teil sehr arm an Bindemittel und sehr mürbe, auch glaukonitisch und Feldspat führend sowie Pflanzenhäcksel enthaltend. Nahe ihrer Basis treten häufig intraformationelle Gerölle auf. Die häufige Grünfärbung der Sandsteine ist auf vergrünte basische Gesteinsbruchstücke und zum Teil auf Glaukonit (!) zurückzuführen. Die Tonsteine führen reichlich inkohlte Pflanzenreste. Zum Teil sind sie dunkel und rot gefärbt. In der gesamten Schilfsandstein-Formation können Rotfärbungen auftreten.

Der Obere Gipskeuper (Tkm3) setzt sich in der Lausitzer Triasscholle aus Ton- und Tonmergelsteinen, Schluffsteinen und Dolomitmergelsteinen zusammen. Zwischengeschaltet sind einzelne Dolomitbänke, Gipslagen und -bänke. Es überwiegt Rotfärbung. Die Abgrenzung zum hangenden Steinmergelkeuper erfolgt nach rein lithologischen Kriterien; die Grenze bildet die letzte Gips-/Anhydritablagerung. Ob der obere Teil des Oberen Gipskeupers mit den Bunten Heldburgmergeln und Heldburggipsmergeln der Thüringischen Einteilung bereits ins Nor der tethyalen Entwicklung zu stellen ist (Abb. 1), ist paläontologisch nicht belegt.

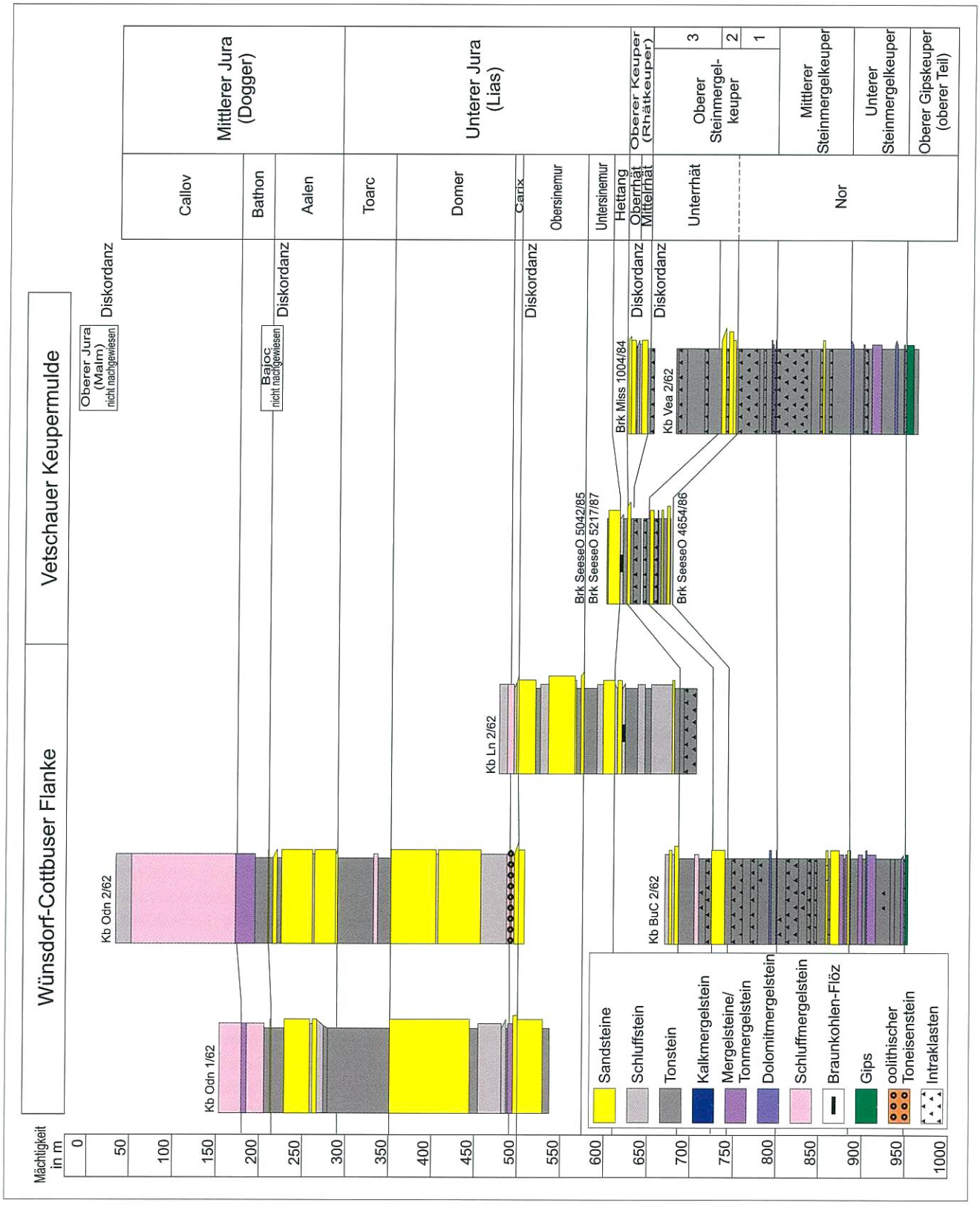

Abb. 1 Lithologische Entwicklung von Rhät und Jura in der Lausitz (Lithologie und Stratigraphie nach Schichtenverzeichnissen von TESSIN, verändert)

Im Steinmergelkeuper (Tkm4), dem oberen Teil des Mittleren Keupers in der Lausitz (Abb. 1), kam es vorwiegend zum Absatz von Tonsteinen, Tonschluffsteinen und Tonmergelsteinen mit Dolomitmergelsteinlagen (Steinmergellagen). Charakteristisch ist die Intraklasten-Führung in den Tonsteinen des Steinmergelkeupers. Gut gerundete Gerölle deuten auf Aufarbeitungshorizonte im bewegten Wasser hin. Die geringmächtigen fossilfreien Dolomitmergelsteinlagen könnten zumindest zum Teil in flachen verlandeten Depressionen, auf einer weitestgehend von der Tethys und dem Nordmeer abgeschnittenen Verebnungsfläche mit Staubwüstenfeldern, unter aridem bis semiaridem Klima abgelagert worden sein. Durch sandige Einschaltungen, die vermutlich Mündungen episodischer Flusssysteme repräsentieren, läßt sich der Steinmergelkeuper in der Lausitz weiter untergliedern (TESSIN 1976). Die sandigen Ablagerungen charakterisieren den Mittleren Steinmergelkeuper und dreiteilen den Oberen Steinmergelkeuper. Mit dem Oberen Steinmergelkeuper 2 setzt die Differenzierung des Germanischen Beckens infolge der saxonischen Tektogenese ein. Im Zuge der synalpidischen Weitung werden vorzugsweise NW-SE streichende grabenartige Zonen durch Reaktivierung vorwiegend variszisch ausgeprägter Störungen angelegt, in denen der Steinmergelkeuper mit höheren Mächtigkeiten erhalten blieb. Die charakteristischen sandigen, zum Teil grobsandigen Schüttungen im Oberen Steinmergelkeuper 2 leiten bereits zur Fazies der Rhätsandsteine über, die eine Neuordnung der Sedimentationszentren anzeigen und zur paläogeographischen Entwicklung des Juras überleiten. Es dominiert nun eine siliziklastische Schüttung aus dem nahe gelegenen Böhmisch-Vindelizischen Festland, zu dem auch der cadomische Lausitzer Block gehört. Kohlige Ablagerungen im Steinmergelkeuper 2 belegen eine Humidisierung des Klimas. Auf seismische Aktivitäten weisen syngenetische Brekzien im Oberen Steinmergelkeuper 3 hin.

Der Untere Steinmergelkeuper (Tkm4.1) besteht überwiegend aus rot gefärbten mehr oder weniger dolomitischen Tonsteinen, in die Dolomitmergelsteinlagen und -bänke eingelagert sind. Typisch sind graugrüne Reduktionsflecken, seltener konglomeratische Partien. Bei letzteren handelt es sich um intraformationelle, meistens schwach kantengerundete, zum Teil auch gut gerundete Tonsteingerölle von Fein- bis Mittelkies-, vereinzelt auch Grobkiesgröße. Die Tonsteingerölle zeigen häufig ein schaliges Abblättern bis scherbigen Zerfall. Die konglomeratischen Partien werden bis 1,5 m mächtig.

Der Mittlere Steinmergelkeuper (Tkm4.2) setzt sich überwiegend aus Tonsteinen zusammen, die intraformationelle konglomeratische Partien enthalten. Zum Teil können die Tonsteine schwarz gestreift oder rot durchsetzt sein. In ihnen sind Schluff- und Feinsandsteinlagen und -bänke zwischengeschaltet. Die Feinsandsteine, die einige Meter Mächtigkeit erreichen können, sind tonig gebändert und führen Pflanzenhäcksel. Außerdem treten vereinzelt Fischreste, Conchostraken und Ostracoden auf.

Der Obere Steinmergelkeuper (Tkm4.3) wird lithostratigraphisch in der Lausitz durch sandige Schüttungen im mittleren Teil in den Oberen Steinmergelkeuper 1, 2 und 3 gegliedert. Oftmals ist er durch Abtragung beträchtlich reduziert. Der Obere Steinmergelkeuper 1 besteht aus überwiegend rot gefärbten Tonsteinen, die Dolomitmergelsteinlagen bis 1 m und vor allem intraformationelle Konglomerate enthalten. Der Obere Steinmergelkeuper 2 ist partienweise sandig ausgebildet. Er besteht aus zum Teil schluffig bis tonig gebänderten Sandsteinbänken von maximal 3 cm bis 4,5 cm Mächtigkeit, die durch plattige, zum Teil schluffige Tonsteinzwischenmittel von sehr unterschiedlicher Mächtigkeit getrennt sind. In den Tonsteinen treten intraformationelle Konglomeratlagen auf. Im Oberen Steinmergelkeuper 3 kommt es unter ruhigen Ablagerungsverhältnissen zur Sedimentation in typischer Steinmergelkeuperfazies. Es handelt sich um überwiegend rot gefärbte, schwach schluffige, zum Teil dolomitische Tonsteine, die vereinzelt Schluffsteinlagen und zum Teil sehr feste Dolomitmergelsteinbänkchen enthalten. In den unteren Partien treten unregelmäßig eingelagerte intraformationelle brekziöse Gerölle auf, die oft nur kantengerundet sind.

Die in der Braunkohlenbohrung JäwN 6832/86 (ca. 1,6 km südöstlich Kerkwitz) im Bereich der Guben-Fürstenwalder Störungszone, dem nordöstlichsten Teilsegment der Mitteldeutschen Hauptabbrüche in der Lausitz, erbohrten karbonatischen, schräggeschichteten Feinsandsteine, die zum Teil mit Schluffmergel- und Tonmergelsteinen wechsellagern und inkohlte Pflanzenreste führen, können zweifelsfrei dem Oberen Steinmergelkeuper 2 zugeordnet werden. Sie lagern mit einem Basiskonglomerat (konglomeratischer Feinsandstein mit vereinzelten kohligen Einlagerungen) erosionsdiskordant auf Oberem Steinmergelkeuper 1. Die stratigraphische Zuordnung konnte durch paläontologische Untersuchungen von TRÖGER (1986) bestätigt werden. Ein Zahn-Fragment eines frühen Säugetiervorläufers, der möglicherweise in die *Theraspida* einzuordnen wäre sowie die zahlreichen kleinen Dolomitmergelsteingerölle sprechen für eine stratigraphische Einstufung des Sandstein-Konglomerat-Horizontes in die Obere Trias (Unterrhät ?). Sehr ähnliche Verhältnisse beschreibt DREYER (1962) aus dem Unterrhät/Steinmergel-Grenzbereich des Gebietes der Drei Gleichen bei Arnstadt im Thüringer Becken.

Der Obere Keuper, der in der Lausitz das Mittelrhät und Oberrhät der tethyalen Gliederung umfaßt, und der Untere Jura, der Lias, bilden in der Lausitz den faziellen Übergang von den Triassedimenten zu den marin dominierten Ablagerungen des Mittleren Juras, dem Dogger (Abb. 1). Dabei nimmt der marine Einfluß zum Dogger immer mehr zu. Biostratigraphisch ist der Obere Keuper bisher nur im Zentrum der Vetschauer Keupermulde belegt (GÖTHEL & GRUNERT 1996). Bioturbate, laminierte dunkle Tonsteine belegen im Gebiet der Lausitzer Triasscholle erste marine Einflüsse und einen kurzzeitlichen küstennahen Ablagerungsraum im Grenzbereich Mittel-/Oberrhät. Der Obere Keuper wird in der Lausitz hauptsächlich durch feinkörnige bis grobkörnige, zum Teil sogar feinkiesige Sandsteine sowie Ton- und Schluffsteine, zum Teil mit Intraklastenführung, repräsentiert. Die wechselnde Mächtigkeit der Sandsteine auf engsten Raum und das Auftreten von ockerfarbenen Oxydationsrinden in den Tonsteinen belegen das Ablagerungsmilieu von Flußrinnen und Überflutungsebenen. Deshalb ist es auch nicht ver-

wunderlich, dass die marine Muschel *Pteria contorta* (PORTLAND), das Leitfossil des Mittelrhät, im Gebiet der Lausitzer Triasscholle nicht nachgewiesen werden konnte.

Der marine Sedimentationsraum des Juras in Mitteleuropa ist sowohl mit der Tethys als auch erstmalig mit dem Boreal verbunden. In der Lausitz ist der Jura lückenhaft entwickelt (Abb. 1). Seine Verbreitung in der Lausitz ist hauptsächlich auf den Bereich der Wünsdorf-Cottbuser Schwereflanke beschränkt. Hier lokal anzutreffende feinsandige, partienweise stark grobsandige Mittelsandsteine, fast ausschließlich aus Quarzkörnern bestehend, lagern mit einer Diskordanz dem Oberen Steinmergelkeuper 3 auf. Auf Grund des Fehlens anderer Kornkomponenten, wie Feldspäte, sind sie nicht den Rhätsandsteinen zuzuordnen (s. Abschnitt 3). Sie werden lithostratigraphisch zum Hettang gestellt und als Reste von Strandablagerungen gedeutet. Im Gebiet der Lausitzer Triasscholle blieb lediglich unterentwickeltes Hettang und Untersinemur im bruchtektonisch geprägten Zentrum der Vetschauer Keupermulde erhalten. Im Lias wurden hauptsächlich Sand-, Schluff- und Tonsteine abgelagert. Er liegt mit einer Diskordanz auf Oberem Keuper und Steinmergelkeuper.

Die Sedimentation des Juras beginnt im Bereich der Wünsdorf-Cottbuser Schwereflanke. Die vorwiegend feinsandig gebänderten grauen bis bräunlichen Schluff- und Tonsteine des Hettangs, die teilweise sideritisch sein können, setzten im Bereich der Wünsdorf-Cottbuser Schwereflanke eher als in der Vetschauer Keupermulde ein. Häufig treten Grabspuren, vereinzelt kohlige Pflanzenreste auf. Flasrige Schluffsteine und ein Hartbraunkohlenflöz mit *Nathorstisporites hopliticus* JUNG (GÖTHEL & GRUNERT 1993) belegen im höheren Teil der Sedimentfolge paralische Einflüsse und Küstennähe, wenn nicht gar Gezeiten geprägte Ablagerungsräume (s. Anhang von R. DABER).

Es folgt eine fining upward Sequenz mit bräunlichen, zum Teil kohligen Feinsandsteinen, feinsandig gebänderten grauen Schluff- und Tonsteinen mit vereinzelten Grabspuren und kohligen Pflanzenresten bzw. Flittern. Die Sequenz wird durch einen Tonstein-Wurzelhorizont abgeschlossen und dem Untersinemur zugeordnet. Über dem Wurzelhorizont setzt mit einer basal feinkiesigen, roten Mittelsandsteinbank eine vorwiegend durch helle oder bräunliche Sandsteine vertretene Formation ein, die dem Obersinemur (Lotharing) zugeordnet wird. Es können mindestens drei fining upward Sequenzen ausgehalten werden. Die Formation schließt mit Feinsandsteinen ab, die insitu-Wurzelreste führen. Die zwischengeschalteten dunklen Schluff- und Tonsteine sind zum Teil feinsandig gebändert und führen partienweise kohlige Pflanzenreste oder Flitter. In ihnen treten untergeordnet Grabspuren auf. Die Sedimentationsverhältnisse des Sinemur deuten auf Flußmündungsbereiche und regressive Küstenverlagerung hin.

Das Pliensbach greift im oberen Unterpliensbach (Carix) nach einer Sedimentationsunterbrechung mit einer basalen bräunlichen, sideritischen, zum Teil Glaukonit und Belemnitenreste führenden Mittelsandsteinbank auf Obersinemur über. Das geringmächtige Carix wird durch graue, zum Teil bräunliche, feinsandig gebänderte Schluffmergelsteine bis dunkle Tonmergelsteine vertreten. Die darin vorkommende Fauna mit Muscheln, Ammoniten (u.a. *Amaltheus laevis* QUENSTEDT) und Belemniten (u.a. *Belemnites milleri* PHILLIPS) belegt eine erstmalig im Jura vorhandene rein marine Entwicklung. Unterbrochen wird diese Sedimentation durch eine graue bis braune, zum Teil oolithische Toneisensteinbank, die einen Meeresspiegeltiefstand mit einer Sedimentationsunterbrechung anzeigt. Die Grenze zum Domer befindet sich unmittelbar darüber. Während *Oistoceras figulinum* SIMPSON noch oberstes Carix belegt, ist *Amaltheus marginatus* MONTF. dem Domer zuzuordnen. Die Ablagerungen des Oberpliensbach (Domer) werden im unteren Teil hauptsächlich durch graue bis bräunliche, feinsandig gebänderte Schluffsteine vertreten. Zum Teil sind in ihnen bräunliche bis grünliche Feinsandsteinlagen eingeschaltet. Partienweise treten im unteren Teil kohlige Pflanzenreste auf. Im oberen Teil überwiegen bräunliche, zum Teil kohlige Feinsandsteine, die stellenweise von dunklen, schluffigen Tonsteinen gebändert oder unterbrochen werden. Sie zeigen abermals einen regressiven Trend von Meeresspiegelhochstand zu Meeresspiegeltiefstand an.

Das folgende marine Toarc lässt sich lithostratigraphisch dreiteilen. Das Untertoarc greift mit grauen, überwiegend feinsandig gebänderten schluffigen Tonsteinen transgressiv auf die Feinsandsteine des Pliensbach über. Die Fauna besteht überwiegend aus Fischresten und Muscheln. Der Nachweis von *Inoceramus dubius* SOWERBY belegt diese Entwicklung als Posidonienschiefer-Äquivalent. Die Grenze zum mittleren Abschnitt des Toarc wird lithologisch nach einer Partie mit geringmächtigen Kalksteinlagen bzw. nach einer Schluffmergelsteinbank gezogen. Die „Grüne Serie", wird von grünlichen, feinsandigen Tonsteinen und Tonschluffsteinen aufgebaut, die zum Teil dolomitische Feinsandsteinlagen führen. Die folgenden grauen, feinsandigen bis feinsandig gebänderten Tonsteine und Tonschluffsteine, gelegentlich mit Toneisensteinlagen werden als „*Jurensis-Aalensis*-Schichten" bezeichnet. Basal tritt ein Wurmröhrenhorizont auf. Vorwiegend ist die Fauna von Belemniten, Brachiopoden, Schnecken (u.a. *Procerithium echinatum* (V.BUCH)) und Muscheln vertreten, wobei letztere zum Teil in Schill-Lagen angereichert sind. Der Nachweis des Ammoniten *Pseudogrammoceras fallciosum gotteswaldiae* BUCKM. im unteren Teil belegt dessen Zugehörigkeit zum Obertoarc. Diese Entwicklung setzt sich mit eingeschalteten dunklen Schluffsteinen, die kohlige Pflanzenreste führen, wahrscheinlich bis in das Unteraalen fort.

Die mächtigen Feinsandsteine des Aalen, der ältesten Stufe des Dogger, kappen teilweise den oberen Teil der „*Jurensis-Aalensis*-Schichten". Basal sind sie bräunlich und sideritisch, nach oben zu hell gefärbt. In die Feinsandsteine schalten sich dunkle, feinsandig gebänderte, sideritische Schluffsteine oder feinsandige Schluffmergelsteine ein, die vereinzelt kohlige Pflanzenreste führen und partienweise sideritisch sind. Über diesen Feinsandsteinen folgen graue, schwach karbonatische Tonsteine bis Tonschluffsteine, zumTeil mit Feinsandsteinlaminen bis Feinsandsteinbänken. Stellenweise treten Anreicherungen von Kohleflittern auf. Die Sedimentfolge des Aalen könnte unter flachmarinen Bedingungen abgelagert worden sein. Die sich zum Teil erosiv einschneidenden Sandsteinstränge entsprechen möglicherweise Flußmündungsbereichen.

Mit einer grauen bis gelben, sideritischen Feinsandsteinbank bis feinsandigen Kalksteinbank mit Brauneisen-Ooiden greift das Bathon transgressiv und mit einer Sedimentationsunterbrechung, die zumindest das Bajoc umfaßt, auf die Ablagerungen des Aalen über. Es folgen dunkle, schwach kalkige Tonsteine, die durch Zunahme des Kalkgehaltes zum Hangenden in Tonmergelsteine, in denen die Ammoniten *Perisphinctes rotundatus* var. c (J. ROEMER) und *Perisphinctes polonicus* SIEM. nachgewiesen wurden, oder in dunkle Schluffmergelsteine übergehen. Außerdem besteht die Fauna aus Muscheln (u.a. *Ostrea knorri* VOLTZ, *Posidonia buchi* ROEMER), Schnecken, Brachiopoden und Belemniten (u.a. *Hibolites subhastatus* ZIET.). Mit der Bathon-Transgression wird der Höhepunkt der marinen Entwicklung im Jura der Lausitz eingeleitet. Dessen vollmarine Entwicklung setzt sich mit dunkelbraunen, feinsandigen Schluffmergelsteinen mit Grabspuren (zum Teil *Chondrites*), in die vereinzelt Toneisensteinlagen eingeschaltet sind, im Callov fort. Der Ammonitenfund von *Quenstedtoceras* cf. *lamberti* (SOWERBY) etwa 20 m über der Bathongrenze weist auf ein mächtig entwickeltes Obercallov und eine kondensierte Sedimentation im Unter- und Mittelcallov hin. Neben Ammoniten besteht die Fauna aus Muscheln und Schnecken. Oberer Jura (Malm) wurde in der Lausitz nicht nachgewiesen. Die Ablagerungen des Juras wurden allerdings beträchtlich durch Abtragung reduziert.

Das im alpinen Bereich einsetzende sea floor spreading im Jura bedingt den Zerfall des Germanischen Beckens und die Differenzierung des mitteleuropäischen Ablagerungsraumes durch Zerrung und Scherung. Diese germanotype Remobilisierung wird durch mehrfache Störungsreaktivierung unter Einfluß der tethyalen aktiven Plattenränder im alpinen Bereich charakterisiert. Die Intraplattenbewegungen sind einer synalpidischen Weitung ab dem Rhät und seit der Oberkreide einer synalpidischen Einengung mit wechselnden Hauptspannungen aus Süd-Richtung (Alpen) bzw. Südost-Richtung (Karpaten) zuzuordnen (STACKEBRANDT, SCHWAB & BEER 1994). Mit der Umorientierung der Plattenbewegung in der Oberkreide im alpinen Bereich erfolgt auch in der Lausitz eine Einengung, die bis ins Quartär anhält. Sie führt je nach der Hauptspannungsrichtung und Orientierung der älter angelegten Störungen zu Einengungsstrukturen und Weitungsstrukturen. Leistenschollen werden herausgehoben. Blattverschiebungen mit strike-slip-Graben-/Horstbildungen prägen im besonderen das geologische Bild. Zechsteinsalinar-Halokinese ist nicht nur das Resultat einer Dichteinversion ab 600 bis 700 m post-salinarem Gebirge. Sie ist auch an die intensivere tektonische Strukturierung gebunden und dürfte bereits im Jura einsetzen.

Der Lausitzer Hauptabbruch ist das beherrschende tektonische Element in der gesamten Lausitz. Seismisch ist er als markanter Laufzeitsprung vom Raum östlich Luckau über Calau, Altdöbern, Bahnsdorf, Rietschen bis Uhsmannsdorf nördlich Görlitz verfolgbar. Seine Sprunghöhe, im Raum Welzow noch etwa 1000 m betragend, nimmt von SE nach NW ab; nordwestlich Calau verliert der Lausitzer Hauptabbruch zunehmend an Bedeutung und spaltet in mehrere Parallelstörungen auf. Als variszische Suturzone grenzt er im NW-Teil den cadomischen Lausitzer Block und im SE-Teil den variszischen Akkretionskomplex des Görlitzer Synklinoriums im SW von einem fore arc Becken im NE ab. Im Rotliegenden bewirkt er als langzeitlich aktive Störungszone die Schüttung von alluvial fans mit Fanglomeraten (GÖTHEL & GRUNERT 1993) in die extramontane Niederlausitzer Senke. Während der subalpidischen Einengung, in der Lausitz nachgewiesen seit dem Coniac, wirkt er unter südlicher Hauptspannungsrichtung als dextrale Blattverschiebung und bedingt die Bildung einer Aufrichtungszone mit steilgestelltem Zechstein und Buntsandstein. Der Einfluß von Hauptspannungen aus dem SE führt dagegen zu seiner Zerblockung durch Querstörungen, zum Teil mit Grabenstrukturen.

Die Wünsdorf-Cottbuser Flanke ist sowohl als Flexur als auch als Bruchstörung ausgebildet. Sie ist von Cottbus über Werben bis in den Raum Zossen - Wünsdorf zu verfolgen. In der Bouguerkarte zeichnet sie sich als Isogammenscharung (Schwereflanke) ab. Als Cottbuser Störung grenzt sie im variszischen Grundgebirge die Südliche Phyllitzone der Mitteldeutschen Kristallinschwelle (GÖTHEL & GRUNERT 1993) im N gegen das fore arc Becken im SSW ab.

Die Vetschauer Störung, eine NW - SE streichende Störungszone im Zentrum der Vetschauer Keupermulde, ist reflexionsseismisch nachgewiesen und als Inversionsstruktur ausgebildet (Abb. 2). Sie wurde nach Ablagerung des Oberen Steinmergelkeupers im Zuge der synalpidischen Weitungsphase als steile, nach NE einfallende Abschiebung mit gegenfallender flacherer Aufschiebung angelegt. Über ein eingeebnetes Relief transgredierten die Ablagerungen des Oberen Keupers. Nach einer weiteren Sedimentationslücke transgredierte über Oberen Keuper und Steinmergelkeuper der Lias. Im Zuge der synalpidischen Einengung, die hier zu einer dominierenden Weitungstendenz führte, blieben Oberer Keuper und Lias erhalten.

3. Lithologische Entwicklung und Florenbelege von Rhät/Lias der Vetschauer Keupermulde

Der Obere Steinmergelkeuper 2 repräsentiert mit seinen sandigen Schüttungen die Rhätfazies im Unterrhät. Die Mächtigkeit des Oberen Steinmergelkeupers 2 beträgt nach TESSIN (1976) 10 m bis 23 m. Nach den Bohraufschlüssen der Braunkohlenerkundung zu urteilen, werden in der Vetschauer Keupermulde mindestens 30 m, maximal 40 m erreicht. Offensichtlich handelt es sich im Zentrum der Vetschauer Keupermulde um ein lokal begrenztes Gebiet verstärkter Absenkung, in dem es im Oberen Steinmergelkeuper 2 zu einer erhöhten Sedimentakkumulation kam.

Durch die Braunkohlenbohrung SeeseO 4654/85 (ca. 3,1 km nordwestlich Vetschau) ist der Obere Steinmergelkeuper 2, mit 27 m nahezu vollständig sowie der Übergang zum Oberen Steinmergelkeuper 3 aufgeschlossen (Abb. 3). Die Formation beginnt hier mit einem schluffigen Feinsandstein und grauen bis bräunlichgrauen Tonsteinen, die bis zu 2 cm starke Feinsandstein-Lagen und -linsen enthalten. Darüber folgt ein 3,7 m mächtiger hellgrauweißer bis hellgrauer, mittel- bis grobkörniger Sandstein mit bis zu 2 cm dünnen kohligen Lagen und Schrägschichtung. Im Hangenden folgen 14,7 m

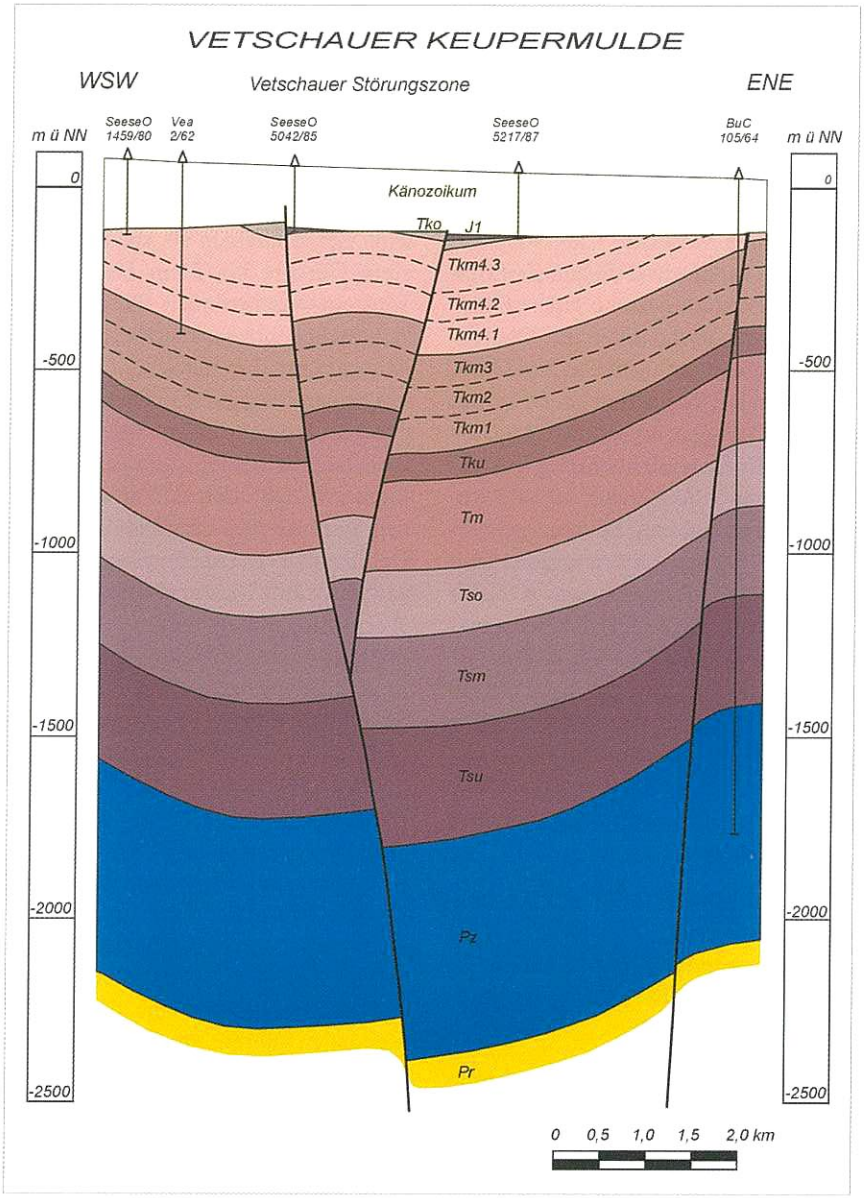

Abb. 2 Geologischer Schnitt durch das Rhät/Lias-Vorkommen der Vetschauer Keupermulde (Lausitzer Triasscholle)

mächtige graue, überwiegend braungraue, zum Teil konglomeratische, auch flasrige Tonsteine, die vereinzelt kohlige Einlagerungen und Sideritsphärolithe sowie Schluff- und Feinsandsteinbänkchen bis 0,6 m Stärke enthalten. Bohrlochgeophysikalisch wurden Karbonatbänke identifiziert. Eine 3,2 m mächtige Sandsteinbank leitet einen weiteren Sedimentationszyklus ein; es handelt sich um einen hellgrauen bis hellgrauweißen, feinkörnigen, zum Teil mittelkörnigen, bindemittelarmen Sandstein mit kohligen Flittern. Darüber folgen 3,6 m mächtige hellgraue, schluffig bis feinsandige, überwiegend plattige Tonsteine, die mit schluffigen Tonsteinflasern wechseln und zum Oberen Steinmergelkeuper 3 überleiten.

In der Braunkohlenbohrung SeeseO 4636/85 (ca. 3,2 km nordwestlich Vetschau) handelt es sich beim Oberen Steinmergelkeuper 2 überwiegend um graue bis graubraune, zum Teil kohlige und Pflanzenhäcksel führende Tonsteine und Tone, in die im unteren Teil eine Sandsteinbank von 3,4 m Mächtigkeit eingeschaltet ist. Der Sandstein ist feinkörnig, hellgrauweiß, bankig bis dickplattig und enthält kohliges Material sowie hellgraubraune Dolomitbänkchen von 3 cm Stärke. Er geht nach oben in einen hellgrauen, glimmerhaltigen und tonigen Schluffstein über. Darüber folgen graue und zunehmend braungraue Tone und Tonsteine mit inkohlten Pflanzenresten und Wurzeln sowie tonige Schluffsteine, in die eine 0,2 m starke, schluffig-tonige Kohlelage eingeschaltet ist.

Der Obere Steinmergelkeuper 3 ist in typischer roter Steinmergelkeuper-Fazies ausgebildet. Er kann nach Tessin (1976) eine Mächtigkeit von 35 m bis maximal 59 m erreichen. In der Braunkohlenbohrung SeeseO 4654/85 handelt es sich um braungraue und graue, rotbraun bis rot gefleckte und geflammte Tonsteine mit Dolomitmergelstein-Bruchstücken und abgerundeten Geröllen bis Grobkiesgröße.

Oberer Keuper streicht in der Lausitz an der präkänozoischen Oberfläche nur im Zentrum der Vetschauer Keupermulde, zwischen Vetschau und Cahnsdorf, aus. Mit dem Ausstrich

von Oberem Keuper ist hier auch das Vorkommen von Lias durch Braunkohlenbohrungen biostratigraphisch belegt (Abb. 3). Das Vorkommen ist durch tiefreichende quartäre Erosion eiszeitlicher Schmelzwässer zum Teil reduziert worden. Südwestlich der Vetschauer Störungszone lagert Mittelrhät erosionsdiskordant auf Oberem Steinmergelkeuper 3 und Oberrhät transgressiv auf Mittelrhät (Braunkohlenbohrungen Miss 1004/84, ca. 0,5 km südlich Vetschau; CaN 3003/85, ca. 1,3 km westlich Vetschau). Im nordwestlichen Zentrum der Mulde bzw. der Vetschauer Störungszone lagert Oberrhät in einem quartär reduzierten Vorkommen auf Oberem Steinmergelkeuper 3 (Braunkohlenbohrung SeeseO 1433/80, ca. 4,2 km nordwestlich Vetschau). Unmittelbar bei Vetschau, im Zentrum der Vetschauer Störungszone, ist das Liegende des Oberrhäts nicht bekannt (Braunkohlenbohrung SeeseO 5024A/85, ca. 1,1 km nordwestlich Vetschau); es ist anzunehmen, dass es sich auch hier um Oberen Steinmergelkeuper handelt. Nordwestlich der Vetschauer Störungszone fehlt ebenfalls das Mittelrhät (Braunkohlenbohrung SeeseO 5217/87, ca. 1,5 km nördlich Vetschau). Das Oberrhät wird hier von Lias überlagert. Unweit der Ortschaft Göritz, an der SW-Flanke der Vetschauer Störungszone, wurde durch die Braunkohlenbohrung SeeseO 5042/86 (ca. 2,8 km nordwestlich Vetschau) Lias erbohrt, der hier auf Oberem Steinmergelkeuper 2 lagert. Beide durchteuften Lias-Vorkommen sind durch quartäre Erosion im Bereich der Radduscher Quartärrinne flächenmäßig erheblich reduziert worden.

In der Braunkohlenbohrung SeeseO 4600A/85 ist der Grenzbereich vom Oberen Steinmergelkeuper 1 zum Oberen Steinmergelkeuper 2, der hier vorwiegend sandig ausgebildet ist, aufgeschlossen (GÖTHEL & GRUNERT 1996). Hier beträgt die Mächtigkeit der Tonsteinmittel 0,2 bis 1,0 m.

In der Braunkohlenbohrung Miss 1004/84 ist die Zugehörigkeit des Präkänozoikums zum Mittel- und Oberrhät pollen- und sporenanalytisch belegt (Abb. 3). Die hier angetroffene Flora ist typisch für Rhät (FREYER 1985): *Leiotriletes toralis* LESCH. (Mittel- bis Oberrhät), *Convolutispora microrugulata* SCHULZ (Mittel- bis Oberrhät), *Alisporites robustus* NILSS. (Mittelrhät bis Lias), *Semiretisporis maljavkinae* SCHULZ (Mittel- bis Oberrhät). Nachgewiesen wurden weiter *Protosacculina* cf. *macrosacca* SCHULZ, *Vitreisporites bjuvensis* NILSSON und *Leiotriletes dilucidus* LESCH. In dieser Bohrung überlagert der Obere Keuper erosionsdiskordant Oberen Steinmergelkeuper 3. Die Schichten fallen hier bis zu 30° (vermutlich nach NE) ein. Dies ist bei den nachstehenden Mächtigkeitsangaben zu beachten. Das Mittelrhät beginnt mit einem 0,9 m mächtigen grauen bis hellgraubraunen, kalkfreien Tonstein, der vereinzelt kohliges Material und Tonsteingerölle führt. Darüber folgt eine 0,3 m starke Feinsandsteinbank, die kohlige Einlagerungen und Tonsteinlagen im mm-Bereich enthält und von einem 3,9 m mächtigen grauen bis dunkelgrauen Tonsteinhorizont überlagert wird. Der Tonstein führt vor allem im oberen Teil reichlich inkohlte Pflanzenreste (u.a. vermutlich *Equisetites* sp.) und Sideritsphärolithe sowie zunehmend Schluffstein- und Feinsandsteineinschaltungen, die zu einer flasrigen Schichtung führen. Im Hangenden sind 4,7 m mächtige hellgraue, Fein- bis Mittelsandsteine mit kieseligem Bindemittel und kohligen Einlagerungen ausgebildet. Es folgen 0,6 m mächtige graue bis hellgraue, feinsandige Schluffsteine mit Feinsandstein-Geröllen bis 3 cm Durchmesser und Tonsteinzwischenlagen. Die darüber lagernde, hellgraue 1,1 m mächtige Fein- bis Mittelsandsteinbank ist vereinzelt grobkörnig und schräg geschichtet. Sie führt bis 2 mm dünne kohlige Lagen sowie inkohlte Wurzelreste. Das Mittelrhät schließt mit hellgrauen bis grauen, sehr fein geschichteten Schluffsteinen ab, die zahlreiche hellgraue Feinsandstein-Gerölle bis 3 cm Durchmesser und dunkelgraue Tonsteinzwischenlagen führen. Nach den Ergebnissen der Bohrlochgeophysik geht dieser Horizont in Tonstein über und ist insgesamt 2 m mächtig. Das Oberrhät beginnt mit 0,8 m mächtigen hellgraubraunen schluffigen, schräg- und flasrig geschichteten Feinsandsteinen, die in eine 0,6 m starke lamellar geschichtete, hellgraue bis hellgraubraune Wechselfolge von Schluffstein, Feinsandstein und Tonstein übergehen. In diese sind intraformationelle Ton- und Schluffstein-Gerölle bis 2 cm Durchmesser, sideritische Linsen und Knoten sowie inkohlte Pflanzenhäcksel und -wurzeln eingelagert. Die Wechselfolge geht über in 1,1 m mächtige graue bis dunkelgraue Tonsteine, die durch zahlreiche hellgraue und hellgraubraune Schluffstein- und Feinsandsteinlagen eine flasrige Schichtung erhalten. Kohlige Einlagerungen und Sandstein-Gerölle bis 3 cm Durchmesser treten auf. Die darüber folgenden hellgrauen bis grauen Schluffsteine sind durch zahlreiche Feinsandstein- und Tonsteinlagen feingeschichtet. Eingelagert sind inkohlte Pflanzenreste, Tonstein-Bruchstükke und sideritische Linsen. Nach der bohrlochgeophysikalischen Vermessung folgen 1,9 m Tonstein, der von 1,1 m Sandstein und 0,4 m kohligem Sandstein überlagert wird. Daran schließen 2,9 m mächtige hellgraue bis graue, schräg geschichtete Feinsandsteine, die mittelkörnige Lagen und Tonsteinlagen führen, an. Es folgen 1,7 m mächtige hellgraue bis graue, gelegentlich grobkörnige Mittelsandsteine mit Kohlestückchen und -flitter sowie mit kaolinisierten Feldspäten und Glimmer. Die überlagernden 0,9 m hellgrauen, zum Teil mittelsandigen Feinsandsteine sind durch dunkelgraue bis dunkelbraungraue Tonsteinlagen horizontal und zum Teil flasrig geschichtet. Der Tonanteil nimmt zum Hangenden ab. Eingelagert sind Kohleflitter und -stückchen. Vereinzelt ist der Sandstein wulstig strukturiert und es treten Trockenrisse auf. Die folgenden 0,4 m bestehen aus hellgrauen, schräg geschichteten, glimmrigen Mittelsandsteinen, die zahlreiche Kohleflitter und inkohlte Pflanzenreste führen. Eingelagert ist eine 1,2 cm mächtige Glanzkohlenlage (Gelxylit). Das erbohrte Profil schließt mit Feinsandsteinen ab, die durch zahlreiche Tonlagen geschichtet sind und kohlige Schmitzen enthalten und wird von Obereozän überlagert.

In der Braunkohlenbohrung SeeseO 5024A/85 handelt es sich durchweg um 13,6 m mächtige, zum Teil feinkiesige, Feldspat führende und etwas kaolinitische Mittel- bis Grobsandsteine, die teilweise silifiziert sind und kohlige Einlagerungen führen. Die gleichen groben Sandsteine sind durch die Braunkohlenbohrung SeeseO 1433/80 aufgeschlossen worden und aus lithologischer Sicht dem Oberrhät zuzuordnen.

In der Braunkohlenbohrung CaN 3003/85 handelt es sich vorwiegend um mächtige Sandsteine mit kohligen Einlagerungen, Pflanzenhäckseln, Trockenrissen und trichterförmi-

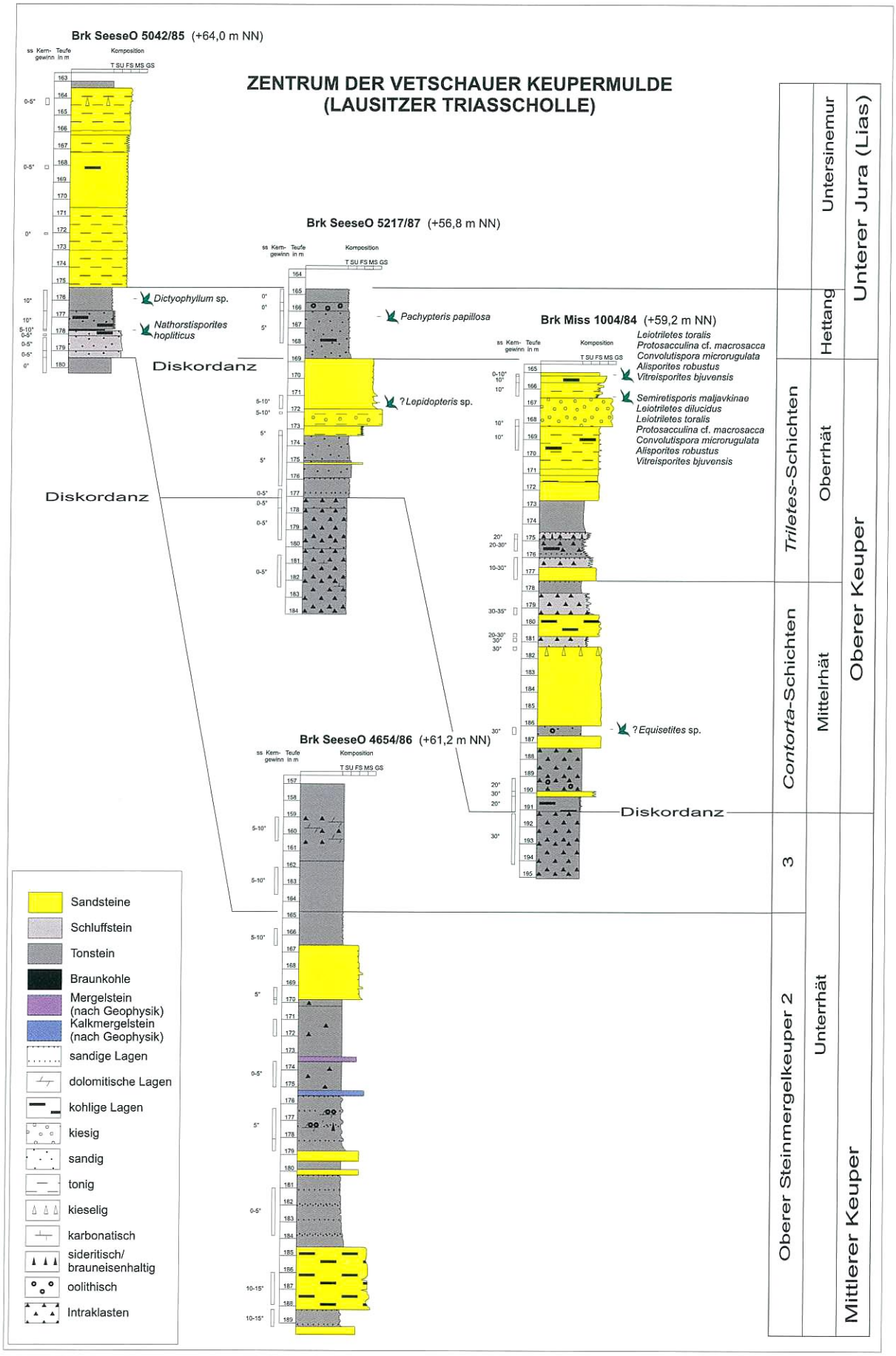

Abb. 3 Biostratigraphie und lithologische Entwicklung von Rhät und Lias in der Vetschauer Keupermulde (Lausitzer Triasscholle)

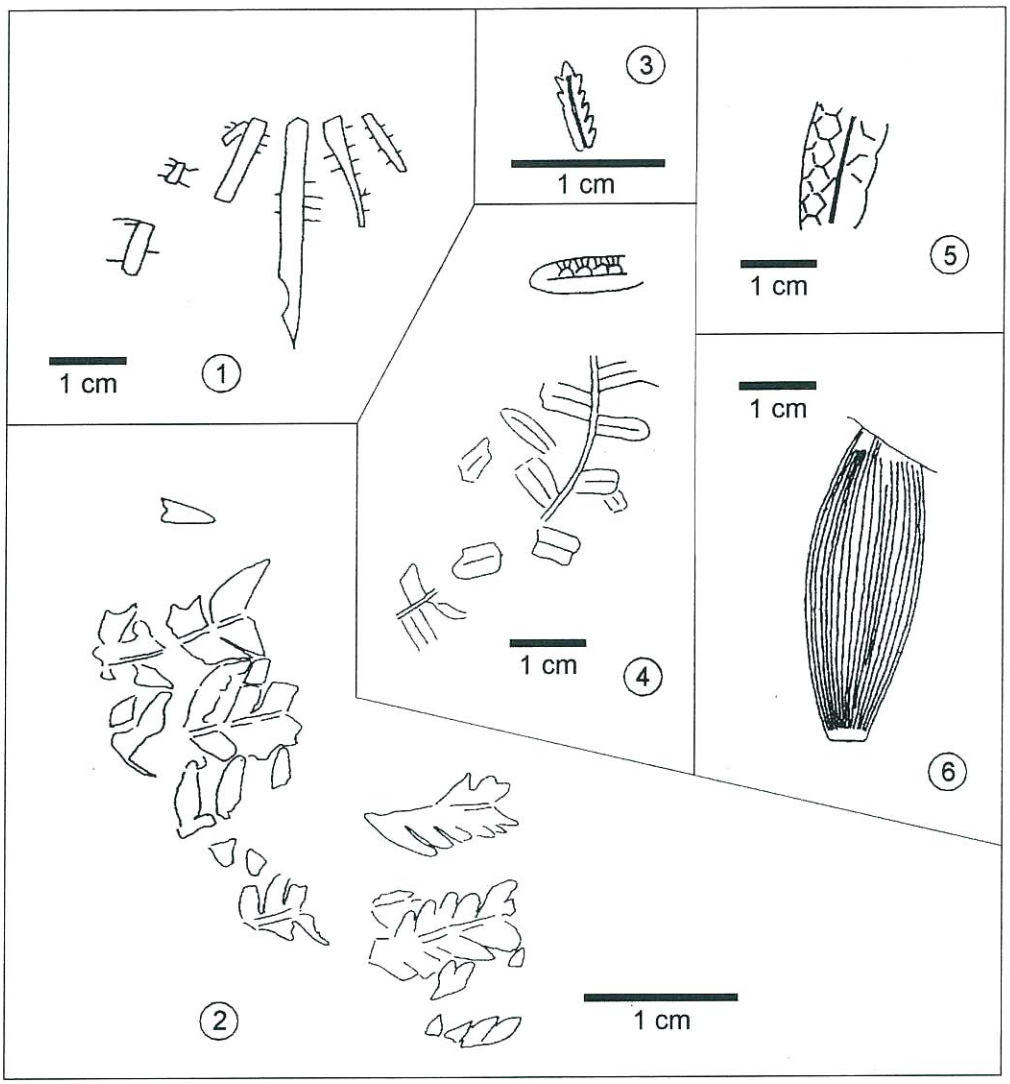

Abb. 4 Pflanzenreste aus dem Lias im präkänozoischen Untergrund Ostdeutschlands (Zeichnungen: R. DABER 1998):

1. *Equisetites*-Wurzeln
   Kartierungsbohrung Oderberg 1/65, Teufe 1300 m
2. *Pachypteris papillosa* (THOMAS & BOSE) HARRIS
   Braunkohlenbohrung Seese-Ost 5217/87, Teufe 166,5 m
3. einzelne *Pachypteris*-Fieder
   Kartierungsbohrung Oderberg 1/65, Teufe 1328,9 m
4. *Phlebopteris woodwardi* LECKENBY
   Geothermiebohrung Waren 1, Teufe 1111 m
5. *Dictyophyllum sp.*
   Braunkohlenbohrung Seese-Ost 5042/85, Teufe 176 m
6. *Podozamites lanceolatus* L. & H.
   Kartierungsbohrung Oderberg 1/65, Teufe 1289,20 m

gen Vertiefungen (Arenicola-Bauten) und im höheren Teil um eine Tonstein-Feinsandstein-Wechsellagerung mit zahlreichen hellgrauen Schluffsteinlagen und -linsen. Die Sandsteine sind im oberen Teil teilweise schräggeschichtet. In dieser Folge sind an der Basis dunkelgraue, tonige Horizonte mit papierdünnen Lagen von hellgrauem, glimmerführendem Schluffstein mit gehäuft kohliger Substanz, Pflanzenhäckseln und Wühlgefüge eingelagert. Die mikropaläobotanischen Untersuchungen von Proben aus der Basis (TRÖGER 1987) mit *Convolutispora microrugulata* SCHULZ (Mittelrhät bis Domer), *Taeniosporites rhaeticus* SCHULZ (Rhät), *Protosacculina macrosacca* SCHULZ (Oberer Buntsandstein bis Oberer Keuper) würden für Oberrhät sprechen. Außerdem wurde *Enzonalosporites* sp. nachgewiesen. Das bioturbate Gefüge deutet sehr schwache marine Beeinflussung an, so dass unter Umständen der Mittel-/Oberrhät bzw. - Rhät/Jura-Grenzbereich vorliegt (TRÖGER 1987). Im Vergleich zu den benachbarten Bohrungen kommt nur der Mittel-/Oberrhät-Grenzbereich in Frage. Diese Folge lagert demzufolge dem Mittelrhät auf.

In der Braunkohlenbohrung SeeseO 5217/87 wird Oberer Steinmergelkeuper 3 von Oberem Keuper und Lias überlagert (Abb. 3). Der Obere Keuper beginnt mit 3,7 m mächtigen dunkelgrauen bis grauen, zum Teil dunkelbraungrauen Tonsteinen. Sie führen zahlreiche braungelbe Feinsand- und Schluffschmitzen, -lagen und -linsen im mm-Bereich, die zum Hangenden abnehmen. Zahlreich eingelagerte inkohlte Pflanzenhäcksel, -stengel und -blätter nehmen ebenfalls nach oben ab. Im mittleren Teil dieses Abschnittes nimmt der Schluffgehalt zu und es ist eine braungelbe, mürbe Feinsandsteinlage von 0,1 m Mächtigkeit eingelagert. Es folgen 0,5 m hellgraue Feinsandsteine, die durch zahlreiche dunkelgraue Tonsteinlagen und -linsen feingeschichtet sind. Der Obere Keuper schließt mit 4,0 m mächtigen, typischen Rhätsandsteinen ab, die im Vergleich mit der Braunkohlenbohrung Miss 1004/84 dem Oberrhät entsprechen. Basal ist dieser Sandstein grobkörnig ausgebildet und führt zahlreiche bunte, feinkiesige Komponenten. Ansonsten wurde ein hellbraungrauer Mittelsandstein erbohrt. Dieser führt grobsandige Lagen, mit zum Teil rötlichen Quarzen. Die Sandsteine führen außerdem zahlreiche inkohlte Pflanzenhäcksel und -stengel. Die Zugehörigkeit zum Rhät könnte der Farnsamer *Lepidopteris* sp. belegen. Die Bestimmung dieses Pflanzenrestes ist jedoch sehr unsicher, da eine gekörnelte Rhachis mit Zwischenfiedern nicht nachgewiesen werden konnte (Mitteil. Daber 1998). Der Lias wird durch graue bis braungraue Tonsteine repräsentiert, die im unteren Teil braungraue Feinsandlinsen bis 1 cm Stärke und vor allem Schlufflagen, -linsen und -schmitzen enthalten. Außerdem beinhalten sie eine 3 mm dünne Gelitlage, FeS_2-Konkretionen und zahlreiche inkohlte Pflanzenstengel und -blätter, von denen Daber, nach Vorlage einer Kernprobe von Göthel, den Farnsamer *Pachypteris papillosa* (Thomas & Bose) Harris bestimmen konnte (Abb. 4). Im oberen Teil der damit dem Lias zuzurechnenden Tonsteine, die von Göthel & Grunert (1996) durch Fehlbestimmung (*Otozamites* sp.) noch dem Oberen Keuper zugeordnet wurden, tritt eine 0,5 m mächtige beige- bis olivfarbene Partie auf, die ockergelb und hellgraubraun durchsetzt ist und Sideritsphärolithe bis 1 mm Durchmesser enthält.

In der Braunkohlenbohrung SeeseO 5042/86 (ca. 2,8 km nordwestlich Vetschau) konnte erstmalig sicherer Jura in der Vetschauer Keupermulde nachgewiesen werden (Göthel & Grunert 1993) (s. Abb. 3). Das 16,4 m mächtige Liasprofil beginnt mit 1,6 m mächtigen grauen bis hellgrauen, feinsandigen Schluffsteinen, die zahlreiche Pflanzenreste führen. In den unteren 0,4 m konnte Daber nach Vorlage einer Kernprobe von Striegler einen Schachtelhalm-Rest identifizieren, den Göthel & Grunert (1996) für einen Ginkgoceen-Rest hielten. Im mittleren Teil sind die Schluffsteine flasrig geschichtet. Hier treten insitu-Wurzelreste und Wurmröhren auf. Im Top nehmen die Pflanzen- und Gewebereste stark zu. Es folgt eine 0,1 m mächtige, stark schluffige Hartbraunkohlenlage, in denen Bach & Schulz (1987) nach mikrofloristischen Untersuchungen die Megaspore *Nathorstisporites hopliticus* Jung nachwiesen. Durch sie ist diese Kohlenbildung eindeutig dem Hettang zuzuordnen. Darüber folgen 1,1 m mächtige dunkelbraungraue bis schwarze Tonschluffsteine, die vereinzelt Feinsandnester bis 2 mm Durchmesser und besonders im unteren Teil Pflanzenhäcksel führen. Überlagert werden sie von einem dunkelbraungrauen bis grauen, schwach schluffigen Tonstein mit Flaserschichtung. Er führt vereinzelt kohlige Pflanzenreste. In einer Kernprobe aus diesem Bereich konnte Daber den Farn *Dictyophyllum* sp. belegen (Abb. 4). Die darüber lagernden, vereinzelt mittelkörnigen Feinsandsteine werden im lithologischen Vergleich mit dem Lias der Wünsdorf-Cottbuser Flanke (Abb. 1) dem Untersinemur zugeordnet. Sie führen bis zu 1 cm starke Schluff- und Tonlagen. Auf den Schichtflächen sind Glimmer angereichert, partienweise sind sie schräg geschichtet. Das Bindemittel ist tonig und zum Teil kieselig. Gegenüber dem Hettang der Wünsdorf-Cottbuser Flanke sind die Feinsandsteine mit 4,2 m sehr geringmächtig ausgebildet und entsprechen im lithologischen Vergleich beider Liasprofile dem oberen Teil der Hettang-Entwicklung in der Wünsdorf-Cottbuser Flanke.

Die Sedimentation von Oberem Keuper und Lias dürfte nach diesen Ergebnissen wie folgt im Zentrum der Vetschauer Keupermulde abgelaufen sein (s. auch Abb. 2):

1. Anlage oder Reaktivierung einer Abschiebung mit Anlage einer gegenfallenden Aufschiebung nach Ablagerung des Oberen Steinmergelkeupers 3
2. Ablagerung des Mittelrhäts nach einer Einebnungsphase; vermutlich nur südlich der Vetschauer Störungszone
3. Transgressives Übergreifen des Oberrhäts über Oberen Steinmergelkeuper (Unterrhät) nördlich und im Bereich der Vetschauer Störungszone sowie über Mittelrhät südwestlich der Vetschauer Störungszone
4. Bewegungs- und Abtragungsphase im Zentrum der Vetschauer Keupermulde, die zumindest Teile des Hettang umfaßt.
5. Transgression des Lias auf Oberrhät nordöstlich der Vetschauer Störungszone und über Oberen Steinmergelkeuper im Bereich der Vetschauer Störungszone sowie vermutlich über Oberrhät südwestlich der Vetschauer Störungszone über das heutige Verbreitungsgebiet hinaus, danach postliassische Abtragung.

Anhang

von Rudolf Daber

Pflanzenreste im präkänozoischen Untergrund Ostdeutschlands fanden seit 1957 mehrfach (1962, 1980) mein Interesse und auch das meiner Berliner Fachkollegen (1996). Es handelte sich dabei zumeist um Bohrkernmaterial, das nur in Ausnahmefällen Funde von größeren Blattwedelresten gestattete. Die Kartierungsbohrungen Oderberg 1/65 (nordöstlich von Berlin), Neuzelle 1/60 (südöstlich von Berlin) und Bernheide 1 (nordwestlich von Berlin) lieferten gut bestimmbare, relativ große Lias-Pflanzenreste. So konnte regional gesehen die Lücke zwischen den Aufschlüssen bekannter Lias-Pflanzenfunde in Nürnberg, Bayreuth, Quedlinburg, Halberstadt, Bornholm und Südschweden sowie dem südöstlichen Polen (Grojec nahe Kraków) überbrückt werden. Das Alter der Grojec-Flora wird als Oberer Lias oder Mittlerer Jura (Bajoc) eingeschätzt (Jurkiewiczowa 1974). Es konnten woanders häufiger vorkommende

Arten nun auch in den genannten Bohrungen nachgewiesen werden. Dem können nun wiederum eine bisher bei uns nicht bekannte Farn- und eine speziell in England (N.Yorkshire) vielfach diskutierte Farnsamergattung hinzugefügt werden.

ROLF STRIEGLER übergab 1988 eine Bohrkernprobe der Braunkohlenbohrung SeeseO 5042/85 mit wenig gut erhaltenen und daher kaum bestimmbaren Pflanzenresten zur Untersuchung. Ein kleiner etwa 1 cm großer Blattrestabdruck mit charakteristischer Maschennervatur kann unschwer als zu den *Dipteridaceae* gehörender Farn *Dictyophyllum* sp. gezählt werden (Abb. 4). Da die Braunkohlenbohrung SeeseO 5042/85 in der Vetschauer Keupermulde steht, mag dieser Nachweis von besonderem Lausitzer Interesse sein. Überraschend ist dieses *Dictyophyllum*-Auftreten jedoch nicht, da unweit in der Kartierungsbohrung Neuzelle 1/60, zwischen Guben und Eisenhüttenstadt gelegen, überzeugende Reste von diesem Farn gefunden wurden (DABER 1962, S. 131, Taf. IV. Fig. 7). Weitaus interessanter aber mag der Nachweis einer recht kleinblättrigen Form oder Unterart der Pteridosperme *Pachypteris papillosa* (THOMAS & BOSE) HARRIS in der Braunkohlenbohrung SeeseO 5217/87 sein (Abb. 4). Diese Art hatte H. H. THOMAS 1912 in Nord Yorkshire (Cleveland) in bemerkenswert großer Menge gefunden und als Kartengruß den Berliner Paläobotanikern HENRY POTONIÉ und WALTHER GOTHAN geschickt (s. Abb. 5. 10 Schriftenr. Geol. Wiss. 16, 1980). Dieser Art haargenau nach der Umrißform gleichende Blättchenfunde liegen nun in dieser Bohrung aus der Lausitz vor. THOMAS & BOSE bewerteten diese immer nur in kleinen Bruchstücken gemachten Funde 1955 so hoch, dass sie sie als besondere Gattung und Art *Pachydermophyllum papillosum* beschrieben. Diese Pflanze kommt im Fundort Roseberry Topping so massenhaft vor, dass davon oftmals mehr kohlige Substanz als Sediment vorliegt. Der Nachweis dieser Art ist bisher auf die Region von Yorkshire beschränkt gewesen und dort charakteristisch für die Basis der marinen (küstennahen) Deltaic Series = Mitteljura (unteres Bajoc). HILL & VAN KONIJNENBURG VAN CITTERT (1973) sowie HARRIS (1964) schätzten diese Pflanze als mangroveartige Besonderheit der damaligen Wattzu- und Wattabflüsse ein.

Trotz dieser offenkundigen Besonderheit zog HARRIS (1964) die Gattungsbenennung von THOMAS & BOSE wieder ein und beschrieb sie in seiner Yorkshire-Jura-Pflanzen-Monographie als *Pachypteris papillosa*. Von botanisch beschreibender Sicht her sieht man die Gattungen *Pachypteris* und *Thinnfeldia* als identisch oder zumindest nahe verwandt an. THOMAS (1954, 1955) hatte Gründe, diese Gattungen für sich bestehend zu sehen. Aus der Kartierungsbohrung Neuzelle 1/60 konnte 1962 ein gut erhaltener Rest einer doppelt gefiederten *Thinnfeldia rhomboidalis* abgebildet werden (DABER 1962, Abb. 2). Die *Pachypteris*-Reste der Braunkohlenbohrung SeeseO 5217/87 sind wesentlich kleiner als die aus Neuzelle bekannte *Thinnfeldia* und auch kleiner als die englischen *Pachypteris papillosa*-Reste. Aber die so überaus charakteristische Blättchenform, spitzzungenförmig, der obere (anadrome) Blättchenrand eingezogen, das im Winkel ansitzende Blättchen basalwärts zur Ansatzstellte wenig eingezogen oder aber herablaufend und die relativ breite Fiederrhachis legen den Vergleich zu den englischen Mitteljura-Watt-Funden nahe. Auch in der Kartierungsbohrung Oderberg 1/65 fand sich eine 1 cm kleine Endfieder, die bisher und vorläufig als cf. *Pachypteris* in der Sammlung bestimmt war, nun aber als weiteres mögliches Verbindungsstück unserer tastenden Erkenntnis zu bewerten ist.

Ergänzend seien noch zwei Nachweise genannt, die nachfolgend durch Zeichnungen (Abb. 4) dokumentiert werden:

Aus der Bohrung Oderberg 1/65 *Podozamites lanceolatus* L. & H., relativ breites Einzelblatt mit 22 Längsnerven, *Equisetites*-Stammabdrücke und *Equisetites*-Wurzeln.

Aus der Bohrung Waren 1 (VEB Untergrundspeicher) ist *Phlebopteris woodwardi* LECKENBY neu in unserer Aufzählung.

Zusammenfassung

Durch das Auftreten von sandigen Einschaltungen läßt sich der Steinmergelkeuper in der Lausitz (als jüngste lithostratigraphische Formation des Mittleren Keupers) untergliedern. Sie charakterisieren besonders den Mittleren Steinmergelkeuper sowie den Oberen Steinmergelkeuper 2. Der Obere Steinmergelkeuper 2 gehört schon mit den charakteristischen sandigen, ja sogar feinkiesigen Schüttungen des terrestrisch beeinflußten Oberen Keupers (Rhätsandsteine) zum Mittel- und Oberrhät der tethyalen Gliederung.

Im Oberen Keuper treten neben den Sandsteinen weiterhin Schluffstein- und Tonsteinlagen sowie sporadisch Hartbraunkohlen auf. Sein Ausstrich ist an das bruchtektonisch geprägte Zentrum der Vetschauer Keupermulde westlich und nordwestlich Vetschau gebunden. In seinem Hangenden folgt hier faziell ähnlich entwickelter Unterer Jura mit paralischen Hartbraunkohlen. Das Hettang wird in diesem Vorkommen durch die Megaspore *Nathorstisporites hopliticus* JUNG belegt. In dieser stratigraphischen Einheit konnte erstmalig der Farnsamer *Pachypteris papillosa* (THOMAS & BOSE) HARRIS in Mitteleuropa erkannt werden.

Summary

The Steinmergelkeuper (as lithostratigraphic unit of the Middle Keuper) can be identified due to the occurrence of sandy intercalations in the Lusatia. They especially characterise the Middle Steinmergelkeuper as well as the Upper Steinmergelkeuper 2. Due to the characteristic sandy and even finegritty deposits of the terrestrially influenced Upper Keuper (Rhaetian Sandstones) the Upper Steinmergelkeuper already belongs to the Middle and Upper Rhaetian of the tethyan classification.

Besides the sandstones, there are furthermore occurring siltstone and claystone layers as well as sporadically hard brown coals in the Upper Keuper (Middle and Upper Rhaetian). The outcrop is bound to the fault tectonic centre of the Vetschau Keuper-depression in the West and Northwest of Vetschau. A facially similar developed Lower Jurassic serie follows here with paralic hard brown coals in its roof. In this occurrence, the Hettangian is indentified by the Megaspore *Nathorstis-*

porites hopliticus JUNG. In Central Europe, the Pteridosperme *Pachypteris papillosa* (THOMAS & BOSE) HARRIS could be recognized for the first time in this stage.

Literatur

BACH, I. & E. SCHULZ (1987): Mikropaläozoologischer Bericht Nr. 31/87. - ZGI; Berlin

BEUTLER, G. (1980): Beitrag zur Stratigraphie des Unteren und Mittleren Keupers. - Z. geol. Wiss. **8**, 8, S. 1001-1018, Berlin

BRAUSE, H. (1990): Geologische Karte der DDR 1 : 200 000, Bl. M-33-III (Cottbus) ohne känozoische Bildungen. - ZGI, Berlin

DABER, R. (1957): Kleine Lias-Flora aus der Bohrung Bernheide bei Wittenberge. - Geologie **6**, S. 306-315; Berlin

DABER, R. (1962): Blattreste im Lias von Nordostdeutschland. - Paläont. Abh. **1**, 2, S. 124-138, Berlin

DABER , R. (1980): 280 Millionen Jahre Ginkgo - Belegstücke zur Geschichte des Taxons Ginkgo L. aus den Sammlungen und Anlagen der Humboldt-Universität - 100 Jahre Arboretum Berlin; Jubiläumsschrift, S. 259-279, Berlin

DOCKTER, J., mit Beitr. v. LANGBEIN, R., KLAUA, D. (1974): Keuper. - In: HOPPE, W. & G. SEIDEL (Hrsg.): Geologie von Thüringen, S. 633-682, Gotha/Leipzig

DREYER, D. (1962): Zur Entstehung und Paläontologie der Bonebedlagen im Unteren Rät Thüringens. - Freiberger Forsch.H. **C 125**, S. 129-155; Berlin

FREYER, G. (1985): Durchführung paläontologischer Untersuchungen Ihrer 3 Proben der Prätertiärbohrung Missen 1004/84. - GFE Freiberg, Freiberg (unveröff.)

FÜCHTBAUER, H. (1988): Sedimente und Sedimentgesteine. - Stuttgart (Enke)

GOTHAN, W. (1914): Die unter-liassische ("rhätische") Flora der Umgegend von Nürnberg. - Abh. Naturhist. Ges. Nürnberg **XIX**, IV, S. 90-186, Nürnberg

GÖTHEL, M. & K. GRUNERT (1993): Neue Erkenntnisse aus der Braunkohlenerkundung zum Präkänozoikum der Lausitz. - Natur u. Landschaft i. d. Niederlausitz, 14, S. 35-56, Cottbus

GÖTHEL, M. & K. GRUNERT (1996): Neue Erkenntnisse aus der Braunkohlen-Erkundung zur Trias-Stratigraphie der Lausitzer Triasscholle. - Freiberger Forsch.H. **C 464**, Reihe Paläontologie, Stratigraphie, Fazies, H. 3, S. 175-202, Freiberg

HARRIS, T. M. (1961): The Yorkshire Jurassic Flora. Thallophyta-Pteridophyta. - British Museum, S. 106-109, London

HARRIS, T. M. (1964): The Yorkshire Jurassic Flora II Caytoniales, Cycadales & Pteridosperms. - British Museum, S. 121-146, London

HILL, CH. & J. H. A. VAN KONIJNENBURG VAN CITTERT (1973): Species of Plant Fossils collected from the Middle Jurassic Plant Bed at Hasty Bank, Yorkshire. - The Naturalist 925, S. 59-63, London

JÄHNICHEN, H. & E. KAHLERT (1996): Neue Nachweise von *Dipteridaceae* (*Filicales*) aus dem Rhät-Lias von Mecklenburg. - Arch. Geschiebek. **2**, 2, S. 59-66, Hamburg

KELBER, K.-P. & W. HANSCH (1996): Keuperpflanzen. - museo 11, Städt. Mus. Heilbronn, S. 1-157, Heilbronn

RICKEN, W., AIGNER, T. & B. JACOBSEN (1998): Levee-crevasse deposits from the German Schilfsandstein. - N. Jb. Geol. Paläont. Monatsh., S. 77-94, Stuttgart

STACKEBRANDT, W., SCHWAB, G. & H. BEER (1994): Zur strukturgeologischen Position und Entwicklung des Raumes Lübbenau-Forst in postvariszischer Zeit. - Brandenburgische geowiss. Beitr. **1** ,1, S. 2-6, Kleinmachnow

TESSIN, R. (1976): Kurze Information zur Ausbildung des Keupers in Ost- und SE-Brandenburg. - Jb. Geol. 7/8 (f. 1971/72), S. 131-139, Berlin

THOMAS, H. H. (1954): The Plant on which the Genus Pachypteris was founded. - Svensk Bot. Tidskrift **48**, 2, S. 316-324, Uppsala

THOMAS, H. H. & M. N. BOSE (1955): Pachydermophyllum papillosum, gen. et sp. nov., from the Yorkshire Jurassic. - Ann. & Magazine Nat. Hist. Ser. 12, 8, S. 535-543, London

TRÖGER, K.-A. (1986): Bericht über die mega- und mikropaläontologische Untersuchung von Proben aus den Bohrungen Jänschwalde-Neiße 6202/85, Jänschwalde-Nord 6862/86 sowie Jänschwalde-Nord 6832/86. - Bergakademie Freiberg, Freiberg (unveröff.)

TRÖGER, K.-A. (1987): Bericht über die mega- und mikropaläontologische Untersuchung von Proben aus den Bohrungen JäwN 6746/86 sowie Miss 3003/86. - Bergakademie Freiberg, Freiberg (unveröff.)

WEBER, R. (1968): Die fossile Flora der Rhät-Lias-Übergangsschichten von Bayreuth (Oberfranken) unter besonderer Berücksichtigung der Coenologie. - Erlanger geol. Abh. **72**, S. 1-73, Erlangen

WURSTER, P. (1968): Paläogeographie der deutschen Trias und die paläogeographische Orientierung der Lettenkohle in Südwestdeutschland. - Eclogae geol. Helv. **61**, S. 157-166, Basel

Manuskripteingang: 24.02.1999

Anschrift der Autoren:

Michael Göthel, Gaglower Str. 12, D-03048 Cottbus

Prof. Dr. Rudolf Daber, Humbolt-Universität, Paläontologisches Institut, Invalidenstr. 43, D-10115 Berlin