

Exkursionsführer zur Sitzung der Subkommission Tertiär-Stratigraphie

20.-22. März 2013 in Leipzig

A. Müller, Leipzig*

Subkommission
Tertiär-Stratigraphie (SKT)
www.stratigraphie.de/tertiaer



Inhalt

1. Einleitung	1
2. Geologisch-stratigraphische Übersicht	2
3. Exkursion 1	16
Morl	17
Löbejün	18
Latdorf	19
Atzendorf	22
Mammendorf	30
Irxleben-Hohenwarsleben	36
4. Exkursion 2	38
Amsdorf	39
Karsdorf	43
Freyburg	47
Zwenkau	47
5. Literatur	51

1. Einleitung

Das Exkursionsgebiet liegt in der Kernregion der Tertiärverbreitung in Mitteldeutschland. Bereits im 19. Jahrhundert stand das Gebiet zwischen Magdeburg und Halle im Fokus der Tertiärpaläontologen und -stratigraphen. GIEBEL, BEYRICH, von KOENEN u.a. (siehe Literaturübersicht im Anhang) publizierten große Monographien, vor allem zu Molluskenfaunen und anderen Fossilgruppen aus dem Oligozän. Die Aufschlussverhältnisse waren seinerzeit teilweise hervorragend, denn zahllose Braunkohlenschächte erschlossen tertiäre Schichten in Anhalt. Ab Mitte 19. Jahrhundert begann auch der obertägige Braunkohleabbau, zunächst in kleinen Gruben, was die Aufschlussverhältnisse vorübergehend noch weiter verbesserte. Ferner wurde in Magdeburg auch fossilführendes Oligozän direkt auf Prätertiär angetroffen.

Insbesondere die Schächte zwischen Egelndorf und Stassfurt (Egelner Nord- und Südmulde entlang des Oschersleben-Egelndorf-Stassfurter Salzsaattels), aber auch kleinere Abbaue bei Latdorf, Calbe, Biere und anderen anhaltinischen Orten lieferten reiche marine Tertiärfaunen aus dem Unter- und Mitteloligozän damaliger (BEYRICH'scher) Gliederung. Dazu kamen die reichen Funde aus Magdeburg (Steinbruch in der Magdeburger Neustadt - heute längst überbaut, Fundamente der Elbebrücken oder Ausschachtungen in den alten Festungsanlagen).

* Prof. Dr. Arnold Müller,
Universität Leipzig,
Institut für Geophysik und Geologie,
Geologisch-Paläontologische Sammlung
Talstrasse 35
D-04103 Leipzig
Fon: 0341/9732805 Fax: 0341/9732801
www.uni-leipzig.de/~gpls/

Nach dieser ersten großen Phase der Erforschung von Tertiärfaunen wurde es längere Zeit wieder ruhig zum Thema. Die Aufschlussverhältnisse wurden schlechter und es gab kaum noch bemerkenswerte Funde - oder sie wurden nicht dokumentiert.

So verdienstvoll die faunistischen Arbeiten im 19. Jahrhundert auch waren - sie litten an einem Mangel, der erst später richtig auffiel: Das Material ist oft nicht horizontiert aufgesammelt worden, manches wurde auch unzureichend etikettiert (z.B. die von A. v. KOENEN erworbene Sammlung Danneberg) und ist dann fehlinterpretiert worden, und manches entzieht sich heute ganz einer Überprüfung/Revision, weil es verloren gegangen ist. Allein die endlose Debatte um das „Latdorf-Problem“ verdeutlicht die Schwierigkeiten in der Interpretation des klassischen Materials.

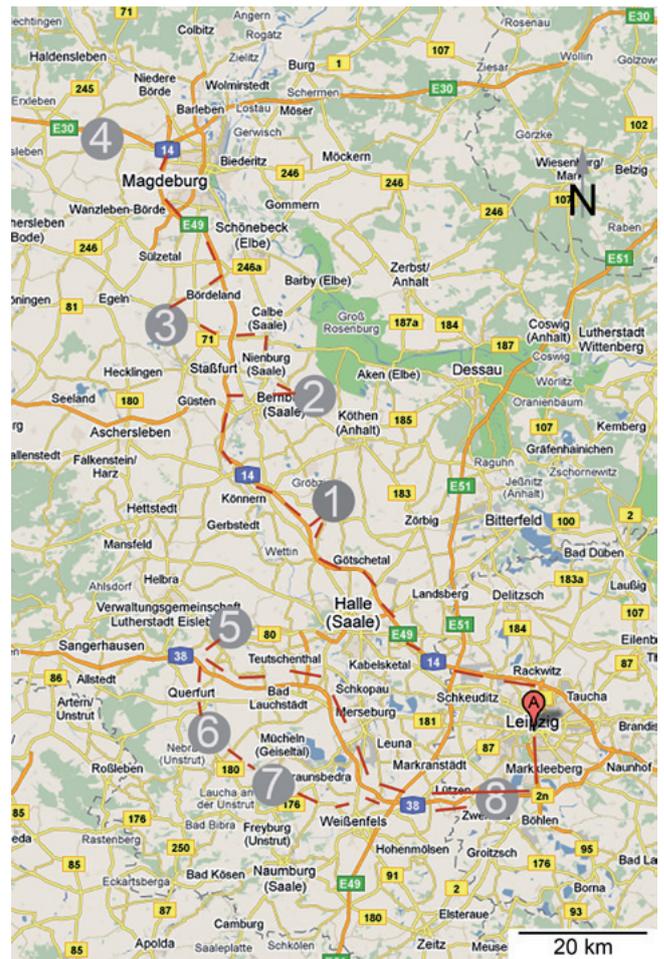


Abb. 1: Topographische Karte des Exkursionsgebietes mit den Exkursionen. Exkursion 1: bei Löbejün (1), Latdorf (2), Atzendorf (3) und Mammendorf (4). Exkursion 2: Tagebau Amsdorf (5), Karsdorf (6), Freyburg (7) und Zwenkau (8).

Wir haben in den zurückliegenden Jahren an einigen Brennpunkten systematisch gegraben und gebohrt. Zusätzlich hat ein Steinbruch bei Magdeburg so viel neues Fossilmaterial geliefert, so dass wir heute die „Wendzeit“ vom Eozän zum Oligozän viel besser verstehen als noch vor wenigen Jahren. Dieses Thema bildet den Schwerpunkt des ersten Exkursionstages im anhaltinischen Raum zwischen Halle/Saale und Magdeburg. Auch am zweiten Exkursionstag wird das Hauptthema im Romonta-Tagebau Amsdorf weiter verfolgt. Die Vorstellung paläogener (eozäner) Karstbildungen im Muschelkalk der Querfurter Platte führt dann noch zu einer thematischen Erweiterung in Richtung paläogene Landoberfläche und Verkarstung.

Geologisch-stratigraphische Übersicht

Nach aktuellen Untersuchungen von Tagebauprofilen, der Auswertung umfangreicher Grabungen sowie diverser Bohrungen steht als erste unmittelbare Beobachtung fest: Nirgendwo im südlichen Nordseebecken findet man eine so ausgeprägte Vielfalt der Fazies und daran adaptierter Faunen wie im ausgehenden Eozän bis Oligozän Mitteldeutschlands. Schon vordem bieten einige Fundpunkte hervorragende Schaufenster in terrestrische Faunen und Floren des älteren Paläogens, beispielsweise die Vertebratenfauna aus oberpaläozänen Karstspalten im Muschelkalk bei Walbeck (WEIGELT, 1942) oder die klassische Fauna des Geiseltals bei Halle-Merseburg (Übersicht mit zahlreichen Literaturzitate in KRUMBIEGEL, RÜFFLE & HAUBOLD, 1983). Aber auch die in marginalmarinen oligozänen Sedimenten südöstlich von Leipzig ausgegrabene Reste terrestrischer Vertebraten (BÖHME, 2001) gestatten einen Einblick in das küstennahe Ökosystem unteroligozänen Alters. In jüngster Zeit hat ein im Unteren Muschelkalk des Kalksteintagebaus des Lafarge-Zementwerkes Karsdorf angefahrenes Karstsystem (HENNIGER, LEDER & MÜLLER, 2011) interessante Fossilien geliefert: Neben zahllosen Blättern und Früchten einer diversen Pflanzengesellschaft wohlerhaltene Mollusken sowie erste Reste von Vertebraten.

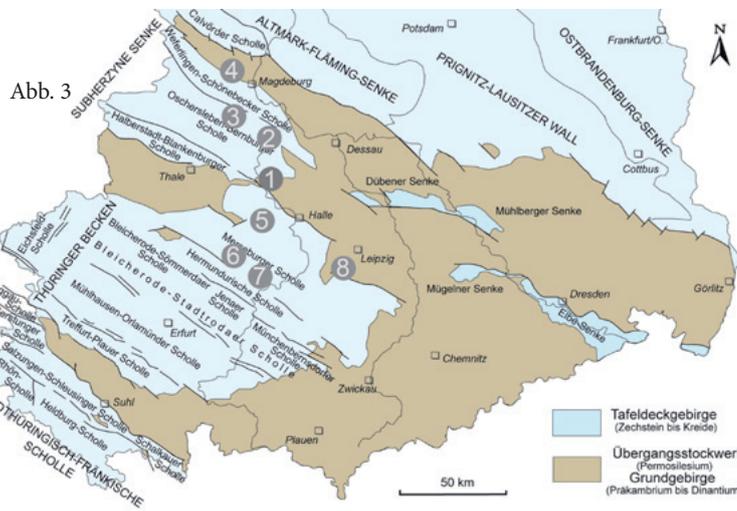
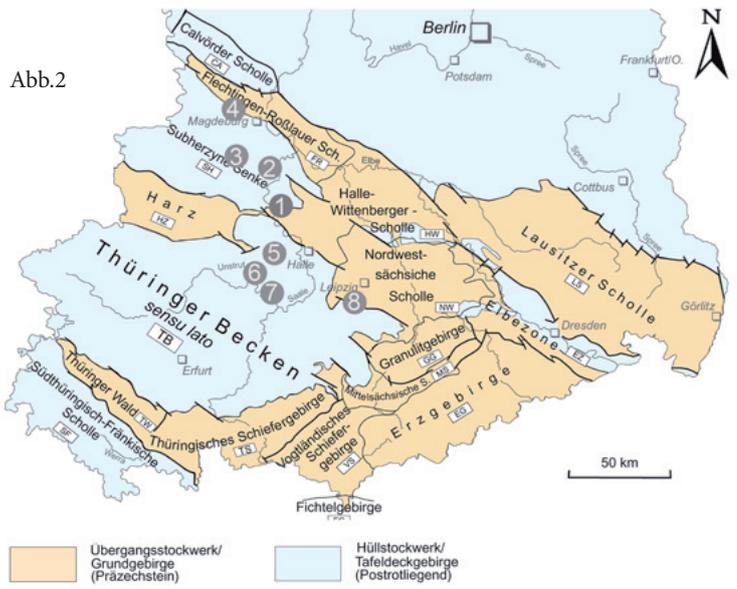
Im marinen Bereich erstreckt sich die Palette der Environments von klastischen Ablagerungen des Küstenraumes bis zu feinklastischen Beckenbildungen des tieferen Wassers. Dazu kommen einzigartige Hartgrundbildungen (Felslitorale bis seamountartige Entwicklungen) sowie Mischbildungen, erzeugt durch Suspensionsströme aus höher gelegenen

Abb. 2 und 3: Schollengliederung der Grundgebirgschichten sowie der Mulden/Becken mit Tafeldeckgebirge (aus FRANKE: Regionale Geologie Ostdeutschlands, Abb. 3 und 3.2, verändert). In die Karten (wie auch in die weiter folgenden) sind wichtige Exkursionspunkte eingetragen (siehe auch Abb. 1), so dass deren Position innerhalb des strukturellen Rahmens des Gebietes ersichtlich ist.

Gebieten (MÜLLER, 2008 u. 2011). Diese fazielle Vielfalt auf einer recht begrenzten Fläche hat ihre Ursache in der speziellen geologischen Geschichte Mitteldeutschlands.

Prätertiär

Im Zuge der saxonischen Bruchschollentektonik (Höhepunkt Subherzynie Phasen in der Oberkreide/Campanium) wurde Mitteldeutschland in ein Schollenmosaik aus Hoch- und Tiefschollen zerlegt (Abb. 2 u. 3). Flechtinger Rücken (Flechtingen-Rosslauer Scholle), Harz, Halle-Wittenberger Scholle, Nordwestsächsische Scholle, Hermundurische Scholle und Thüringer Wald bilden herzynisch streichende Hochgebiete und rahmen die Muldenstrukturen des Thüringer Beckens, des südöstlichen Harzvorlandes und der Subherzynen Mulde ein. Halle-Wittenberger und Nordwestsächsische Scholle sind durch einen intensiven, oberkarbonischen bis unterpermischen Vulkanismus ausgezeichnet (Rhyolithe und Ignimbrite). Die Vulkanite bilden auch heute noch markante Höhen mit der höchsten Erhebung des Petersberg-Massivs nordöstlich von Halle/Saale. Die Kuppenlandschaft des Vulkangebietes war ein wesentliches paläogeographisches Element der mitteldeutschen Tertiärlandschaft: Je nach Meeresspiegelständen und



Überflutung traten die Rhyolithkuppen als Zeugenberge, Inseln oder submarine Schwellen in Erscheinung.

Ein weiteres wichtiges paläogeographisches Element ist die Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke. Sie verbindet als schmaler Präzechsteingrat den östlichen Harzrand mit dem Vulkangebiet der Halle-Wittenberger Scholle (Hallescher Rhyolithkomplex). Im Paläogen wurde sie wenigstens temporär als Barriere zwischen der Subherzynen Mulde und dem südlich davon befindlichen Tiefland zwischen Halle-Merseburg-Leipzig wirksam.

Der Flechtinger Rücken bei Magdeburg nimmt eine besondere Position ein. Er ist die nördlichste Grundgebirgsauftragung vor der norddeutschen Tiefebene und damit auch vor den tieferen Beckenbereichen der eozän-oligozänen Nordsee im Unterelberaum. Der Nordostrand des schmalen Rückens wird von einer markanten Störungszone gebildet (Haldenslebener und Wittenberger Störung, auch als „Mitteldeutscher Hauptabbruch“ bezeichnet). Unmittelbar nördlich davon (hier Altmark) liegt das Tertiär bis um 1000 m tiefer als südlich oder auf dem Rücken selbst.

Zechsteinsalinar

Große Teile Mitteldeutschlands, vor allem die Becken-

strukturen des Thüringer Beckens und der Subherzynen Mulde, schwimmen förmlich auf mächtigen Zechsteinsalzen. Vor allem Werra- und Stassfurt-Salinar sind mit einigen Hundert Metern Salz an dieser Salinarabfolge beteiligt. In den Zechsteinrandbereichen spielen aber auch mächtige Anhydritserien eine wichtige Rolle (Anhydritwälle, siehe Abb. 4 u. 5). Die an die mächtigen Salz- und Anhydritserien im Untergrund geknüpften Prozesse von Halokinese und Subrosion sind von essentieller Bedeutung für die Entwicklung tertiärer Sedimentationsbecken, oft verbunden mit besonders mächtigen Braunkohlenflözen, oder für die Überlieferung recht vollständiger Tertiärabfolgen durch Absenkung unter das heutige Erosionsniveau. Tektonik, Halokinese und Subrosion sind so eng miteinander verwoben gewesen, dass monokausale Interpretationsversuche scheitern. Für die Wirksamkeit von Subrosionsvorgängen spielten neben Tektonik zusätzlich noch eustatische Meeresspiegelschwankungen und Klimaoszillationen eine wichtige Rolle und sind Mitspieler in diesem komplexen System. Im Zusammenspiel der genannten Faktoren entstanden einige große Strukturen wie das Geiseltal, die Becken von Röblingen-Amsdorf, von Aschersleben-Nachterstädt oder (in noch weitaus größerem Maßstab) die Egelner Mulden. Junge Tektonik (Schollenbewegungen) sowie deren Verknüp-

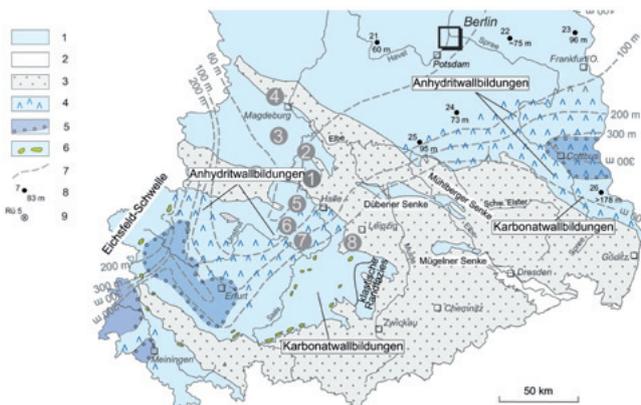


Abb. 4: Heutige Verbreitung von Sedimenten der Werra-Formation im südlichen Ostdeutschland (aus FRANKE: Regionale Geologie Ostdeutschlands, Abb. 11, verändert): 1: heutige Verbreitung der Werra-Formation, 2 u. 3: Gebiete ohne Verbreitung der Werra-Formation, 4: Verbreitung mächtiger Werra-Anhydrite („Anhydritwälle“), 5: Verbreitung von Werra-Steinsalz über 100 m Mächtigkeit, 6: Verbreitung von Werra-Riffen, 7: Isopachen der vermuteten primären Werra-Mächtigkeiten.

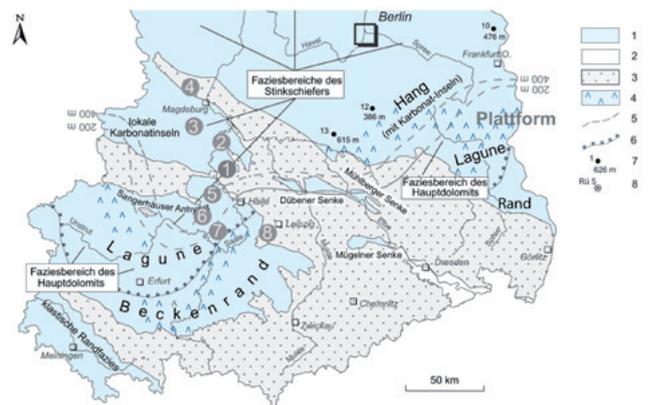


Abb. 5: Heutige Verbreitung von Sedimenten der Stassfurt-Formation im südlichen Ostdeutschland (aus FRANKE: Regionale Geologie Ostdeutschlands, Abb. 12, verändert): 1: heutige Verbreitung der Stassfurt-Formation, 2 u. 3: Gebiete ohne Verbreitung der Stassfurt-Formation, 4: Verbreitung mächtiger Werra-Anhydrite („Anhydritwälle“), 5: Isopachen der vermuteten primären Stassfurt-Mächtigkeiten, 6: Verbreitungsgrenzen des Stassfurt-Steinsalzes.

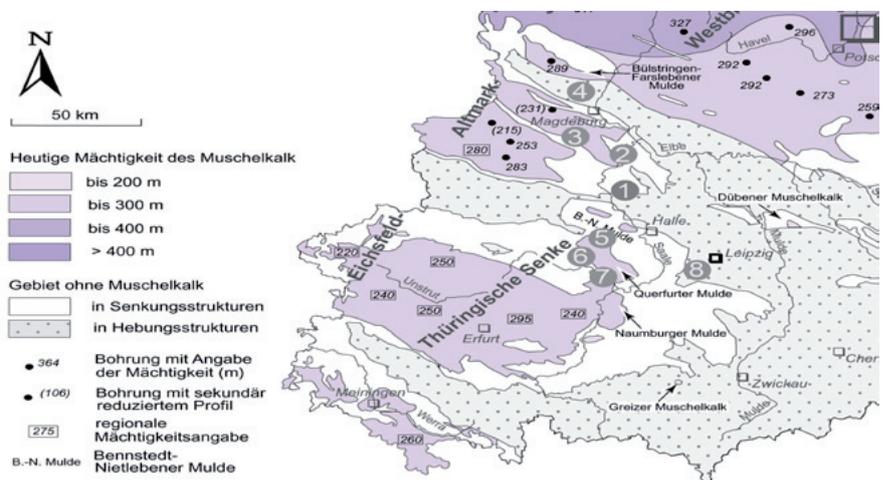


Abb. 6: Heutige Verbreitung von Sedimenten des Muschelkalks im südlichen Ostdeutschland (aus FRANKE: Regionale Geologie Ostdeutschlands, Abb. 16, verändert).

Stratigraphische Skala		Südtüringen	Thüringer Becken s.str.	Querfurter Mulde	Subherzynes Senke	Altmark/ Calvörder Scholle	Südwest-Mecklenburg/ NW-Brandenbg.	Nordost-Mecklenburg/ Vorpommern	Südost-Brandenburg		
Muschelkalk	Oberer Muschelkalk	Warburg-Formation	Grenzsichten 1-2 m	Grenzsichten 4-12 m	Schichtlücke	Ceratiten-Schichten 50-70 m	Ceratiten-Schichten 55 m	Ceratiten-Schichten 75-95 m	Cycloidesbank max. 0,5 m	Grenzsichten 6-7 m	
			Glasplatten 16 m	Glasplatten 5-15 m						Oberer Hauptmuschelkalk ca. 22 m	
			Glaukonitbank 2 m	Glaukonitbank 0,3-1 m							
			Fischschuppen-Schichten 8 m	Fischschuppen-Schichten 8-13 m							
		Meißner-Formation	Cycloidesbank 0,2-0,4 m	Cycloidesbank 0,1-0,7 m	Ceratiten-Schichten ca. 25 m	Untere Trochitenkalk 7 m	Trochitenkalk 8-12 m	Trochitenkalk 5 m	Trochitenkalk-Äquivalent 10 m	Kalksteine 6 m	Mittlerer Hauptmuschelkalk 29-30 m
	Discites-Schichten und Gervilleien-Schichten 43 m		Discites-Schichten 28-35 m	Gervilleien-Sch. 4-9 m							Untere Hauptmuschelkalk 9-10 m
	Mittlerer Muschelkalk	Diemel-Formation	Oberer Dolomit 18 m	Oberer Dolomit 6-20 m	Oberes Karbonat 17 m	Dolomit 6 ~6 m Sulfat 5 ~1-2 m Dolomit 5 ~7 m	Dolomit 6 5-7 m Sulfat 5 1-2 m Dolomit 5 5-7 m	Dolomit 6 ~15 m Sulfat 5 ~15 m Dolomit 5	Dolomit 6 ~15 m Sulfat 5 ~15 m Dolomit 5	Oberes Karbonat 7 m	
			Heilbronn-Formation	Obere Wechsel-lagerung 29 m	Obere Wechsel-lagerung 20-37 m	Obere Rückstands-bildungen 13 m	Sulfat 4 ~9 m Dolomit 4 ~7-8 m Sulfat 3 ~3 m Dolomit 3 ~2 m Sulfat 2 ~3 m	Sulfat 4 5-10 m Dolomit 4 10 m Sulfat 3 2-4 m Dolomit 3 2-4 m Sulfat 2 2-4 m	Dolomit 3-4 und Sulfat 2-4 ~25-30 m	Dolomit 3-4 und Sulfat 2-4 ~8-10 m	Obere Wechsel-lagerung 34 m
		Mittlerer Dolomit 5 m		Mittlerer Dolomit 0-7 m	Mittleres Karbonat 11 m	Dolomit 2 ~7 m	Dolomit 2 5-9 m	Dolomit 2 5 m	Dolomit 2 5 m	Mittleres Karbonat 9 m	
		Mittl. Wechsella-g. 7 m		Mittl. Wechsella-g. 0-17 m	Untere Rückstands-bildungen 9 m	Sulfat 1b Rückstands-bildungen ca. 5-10 m	Sulfat 1b ca. 17 m	Sulfat 1 mit Steinsalz 60 m	Sulfat 1 10 m	Sulfat 1 10 m	Untere Wechsel-lagerung 16 m
		Sulfat 9 m		Oberes Sulfat 0-13 m		Sulfat 1a ca. 5 m	Steinsalz mit Karbonat-Zwischenmittel ca. 40 m				
			Muschelkalksalz 0-30 m	Sulfat 1a ca. 7 m							
		Untere Wechsella-g. 3 m	Untere Wechsella-g. 0-7 m								
		Unterer Muschelkalk	Jena-Formation	Unterer Dolomit 13 m	Unterer Dolomit 5-15 m	Unteres Karbonat 14 m	Unteres Karbonat 15 m	Dolomit 1 7 m	Dolomit 1 20 m	Dolomit 1 10 m	Unteres Karbonat 11 m
				Schaumkalkzone 8 m	Schaumkalkzone 5-12 m	Schaumkalkzone 8 m	Schaumkalkzone 6-7 m	Schaumkalkzone 4 m	Oberer Wellenkalk i.w.S. 60 m	Oberer Wellenkalk i.w.S. 40 m	Rüdersdorf-Formation Schaumkalkzone i.w.S. 65-70 m
Oberer Wellenkalk 26 m				Oberer Wellenkalk 10-21 m	Oberer Wellenkalk 20 m	Oberer Wellenkalk 9-16 m	Oberer Wellenkalk 6-9 m				
Terebratulazone 3 m	Terebratulazone 3-8 m			Terebratulazone 4 m	Terebratulazone 7-7,5 m	Terebratulazone 8-11 m					
Mittlerer Wellenkalk 26 m	Mittlerer Wellenkalk 22-32 m			Mittlerer Wellenkalk 26 m	Mittlerer Wellenkalk 25-29 m	Mittlerer Wellenkalk 26-32 m	Oolithzone 10 m	Oolithzone 7 m	Wellenkalkzone ca. 60 m		
Oolithzone 9 m	Oolithzone 6-11 m			Oolithzone 8-9 m	Oolithzone 9-12 m	Oolithzone 7-8 m					
Unterer Wellenkalk 30 m	Unterer Wellenkalk 32-40 m	Unterer Wellenkalk 42 m	Unterer Wellenkalk max. 48 m	Unterer Wellenkalk 40-45 m	Unterer Wellenkalk 50 m	Unterer Wellenkalk 30 m	Unterer Wellenkalk 30 m				
Gelbe Grenzbank	Gelbe Grenzbank	Gelbe Grenzbank	Gelbe Grenzbank	Gelbe Grenzbank	Gelbe Grenzbank	Gelbe Grenzbank	Gelbe Grenzbank				

www.regionalgeologie-ost.de

Computergrafik: D. FRANKE

ungen mit Halokinese sind nach wie vor noch unzureichend untersucht und dokumentiert. Im Zusammenhang mit der Entwicklung tertiärer Beckenstrukturen besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

Trias im Untergrund

Neben den Zechsteinsalinen spielen Gesteine der Trias eine wichtige Rolle - sei es im oberflächennahen Bereich oder unter mächtigerer känozoischer Bedeckung. Vor allem Röt und Muschelkalk (Abb. 7) sind von erst-rangiger Bedeutung. Beide enthalten erhebliche Mengen subrosionsfähiger Gesteine (Salinare mit Steinsalz und Gips/Anhydrit). Die Salinare sind aufgrund ihrer begrenzten Mächtigkeiten zwar nicht so bedeutend wie die Zechsteinsalinare, konnten aber im lokalen/regionalen Rahmen recht beachtliche Wirksamkeit entfalten. Das trifft vor allem für die oberflächennahe Verbreitung in den

Abb. 7: Stratigraphie des Muschelkalks in Ostdeutschland (aus FRANKE: Geologie Ostdeutschlands, Tab. 24).

Muschelkalkhochflächen wie der Querfurter Platte zu. Hier konnten sich durchaus nennenswerte Karstsysteme mit eozänen Sedimentfüllungen entwickeln (z.B. Karsdorf). Auch bei Bernburg und auf anderen Muschelkalkhochlagen sind vergleichbare Phänomene beobachtet worden, dort zum Teil mit unteroligozänen, fossilführenden Grünsandfüllungen.

Muschelkalk ist aber auch noch aufgrund seines basischen Milieus von großer Bedeutung: Nur in seinem Einflussbereich konnten überhaupt tierische Fossilien überliefert werden. Der Export basischer Wässer aus dem Muschelkalk der Querfurter Platte in das eozäne Geiseltal beispielsweise (Pufferung der Huminsäuren) ist die Grundvoraussetzung für die Entstehung dieser einmaligen Fossilagerstätte gewesen. Spalten- und Dolinen-

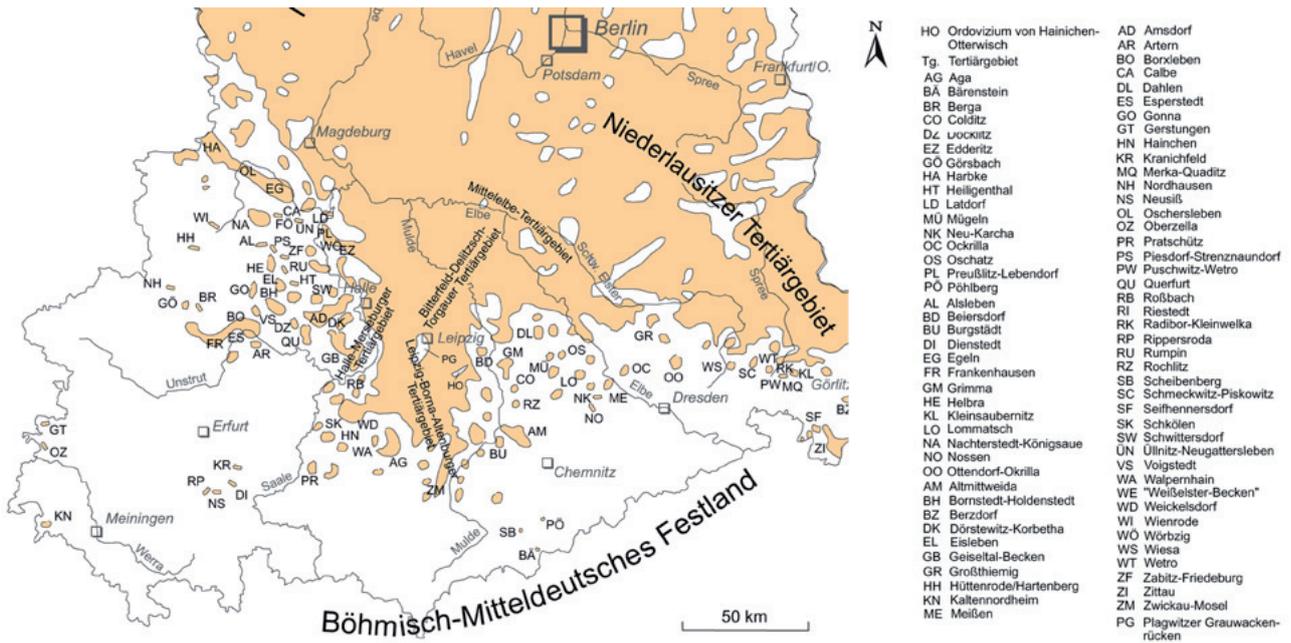
füllungen im Muschelkalk sind tatsächlich die einzigen Strukturen gewesen, welche bisher neben dem Geiseltal nennenswerte Fossilien lieferten. Im Bernburger Raum sind auch marine, unteroligozäne Grünsande in Karststrukturen (sog. Diaklasen) gefunden worden, teilweise mit erheblichem Fossilinhalt (MERKEL & v. FRITSCH, 1897).

Tertiär

Der soeben kurz umrissene geologische Rahmen bestimmt die Paläogeographie und fazielle Entwicklung des Tertiärs in Mitteldeutschland. Im Paläogen wurde das Hinterland von Nordböhmen/Westerzgebirge bis Thüringen von kleineren Flüssen entwässert, welche sich dann im Raum des Tieflandes zwischen Weißenfels-Merseburg und Halle/Saale zu einem ästuarinen System verbanden, das dann zwischen Harz und Halleschem Rhyolithkomplex weiter Richtung Subherzynie Mulde verlief und dort nach Nordwesten in Richtung Helmstedt abzog („Mitteldeutsches Ästuar“, siehe KRUTZSCH, 2008). Dieser ästuarine Raum (Abb. 6) war im Paläogen der Hauptsedimentationsraum einer wechselvollen Schichtenfolge terrestrischer, paralischer und mariner Natur, und oft auch ein Gebiet mit mächtigen, flächenmäßig weit ausgreifenden Moorbildungen. Im Rhythmus eustatischer Meeresspiegelschwankungen erfolgten Meeressvorstöße



Abb. 8: Strukturskizze Mitteldeutschlands mit mitteldeutschem Ästuar.



www.regionalgeologie-ost.de Computergrafik: D. FRANKE

Be über das Ästuar, welche im Oligozän bis an den Fuß der (damals weitgehend eingeebneten) Mittelgebirge reichten. Weite Bereiche Westsachsens/Thüringens sind phasenweise von der Nordsee überflutet worden, aber gerade Richtung Thüringer Becken fehlen heute direkte Nachweise mariner Ingressionen. Von dort sind insgesamt nur sporadische Tertiärnachweise bekannt geworden (Abb. 9). Die kleinen Oberoligozän- und Unteroligozänvorkommen zwischen Sangerhausen und Kyffhäuser (Voigtstedt-Artern) sind eine Ausnahme und verdanken ihre Überlieferung einer tiefen Absenkung in halokline-

Abb. 9: Tertiärverbreitung in Mitteldeutschland (FRANKE: Geologie Ostdeutschlands, Abb. 23).

tisch-subrosiv entstandenen Strukturen. Des Weiteren sind auch Reste kontinentalen Altpaläogens in Karststrukturen im Zechsteinanhydrit erhalten geblieben. Sie begleiten die oberflächennahen Anhydritvorkommen am südöstlichen bis südlichen Harzrand zwischen Eisleben und Sangerhausen (vergl. Abb. 4/5 und Abb. 9). Ausgehend von den faziellen Verhältnissen im Unteroligozän des Tagebaus Amsdorf, können wir heute von einer ma-

ximalen Flutung bis weit nach Nordthüringen ausgehen, mit Anschluss an die Hessische Senke. Auf der stark herausgehobenen Hermundurischen Scholle (Finnerücken und benachbarte Höhenzüge) sind tertiäre Sedimente längst erodiert worden. Grünsande und Braunkohleblocken im Elstergeschiebemergel an der Baustelle der ICE-Trasse bei Bad Bibra (Burgenlandkreis) sind Belege für die glazigene Erosion letzter Reste mariner Sedimente auf den Hochflächen von Querfurter Platte und Finne. Umgelagerte Oligozänfossilien sind früher sogar südlich der Finnestörung bei Buttstedt-Eckartsberga am Nordrand des Thüringer Beckens gefunden worden. Leider sind die Fundumstände dieser Fossilnachweise nicht ausreichend dokumentiert worden.

Stratigraphie

Ein Exkursionsführer bietet nicht den Raum, Probleme der Stratigraphie ausgiebig zu erörtern. Wir wollen uns deshalb an dieser Stelle kurz mit einigen historischen Entwicklungen befassen und dann (als Ausgangspunkt für Diskussionen) den gegenwärtigen Stand kurz darstellen. Entsprechend dem Generalthema der Exkursionen spielt das Intervall Priabonium-Rupelium die Hauptrolle.

Prinzipiell sind bisher zur Korrelation und Datierung tertiärer Sedimente in Mitteldeutschland nahezu ausschließlich lithostratigraphische und biostratigraphische Methoden zur Anwendung gekommen. Paläomagnetik, absolute Datierungen oder andere begleitende Untersuchungen fehlen dagegen nahezu komplett. In den vergangenen Jahren ist zunehmend auch mit sequenzstratigraphischen Methoden gearbeitet worden, oft in Verbindung mit Palynomorphenstratigraphie (siehe **BLUMENSTENGEL** sowie **KRUTZSCH**, zahlreiche Arbeiten, im Literaturverzeichnis).

In terrestrischen bis ästuarin-brackischen Environments sind kaum tierische Fossilien erhalten geblieben. Geiseltal und einige Karstfüllungen in basischer Muschelkalkumgebung sind seltene Ausnahmen. Die periodischen großflächigen Vermoorungen führten zwangsläufig zu erheblicher Huminsäureproduktion. Paläogene Flüsse im Gebiet besaßen deshalb sicher einige Ähnlichkeiten mit heutigen Schwarzwasserflüssen: oligotroph und teilweise extrem sauer. Im Einflussbereich dieser sauren Wässer sind karbonatische und phosphatische Fossilien weitgehend zerstört worden. So bilden hier Palynomorphen und Dinoflagellatenzysten, also Fossilien mit einem extrem chemoresistenten, organischen Wandmaterial, die wesentliche Grundlage der Biostratigraphie. Seit langem wird auf diesem Gebiet gearbeitet und inzwischen ist eine hoch auflösende Palynomorphen-Standardzonierung (**KRUTZSCH**, **BLUMENSTENGEL** u.a., siehe Literatur im Anhang) erarbeitet worden (SPP- und SPN-Zonen nach **KRUTZSCH**). Auch die Dinozysten-Zonierung (**KÖTHE** u.a.) ermöglicht eine recht hoch auflösende Zonierung und Korrelation. Neben diesen mikromorphen Pflanzenresten spielen makrobotanische Funde noch eine gewisse Rolle (**MAI**, **WALTHER** u.a.). Häufig handelt es sich aber um recht isolierte Einzelvorkommen einer azonalen Auenv egetation, die weder größere, zusammenhängende Zeitreihen

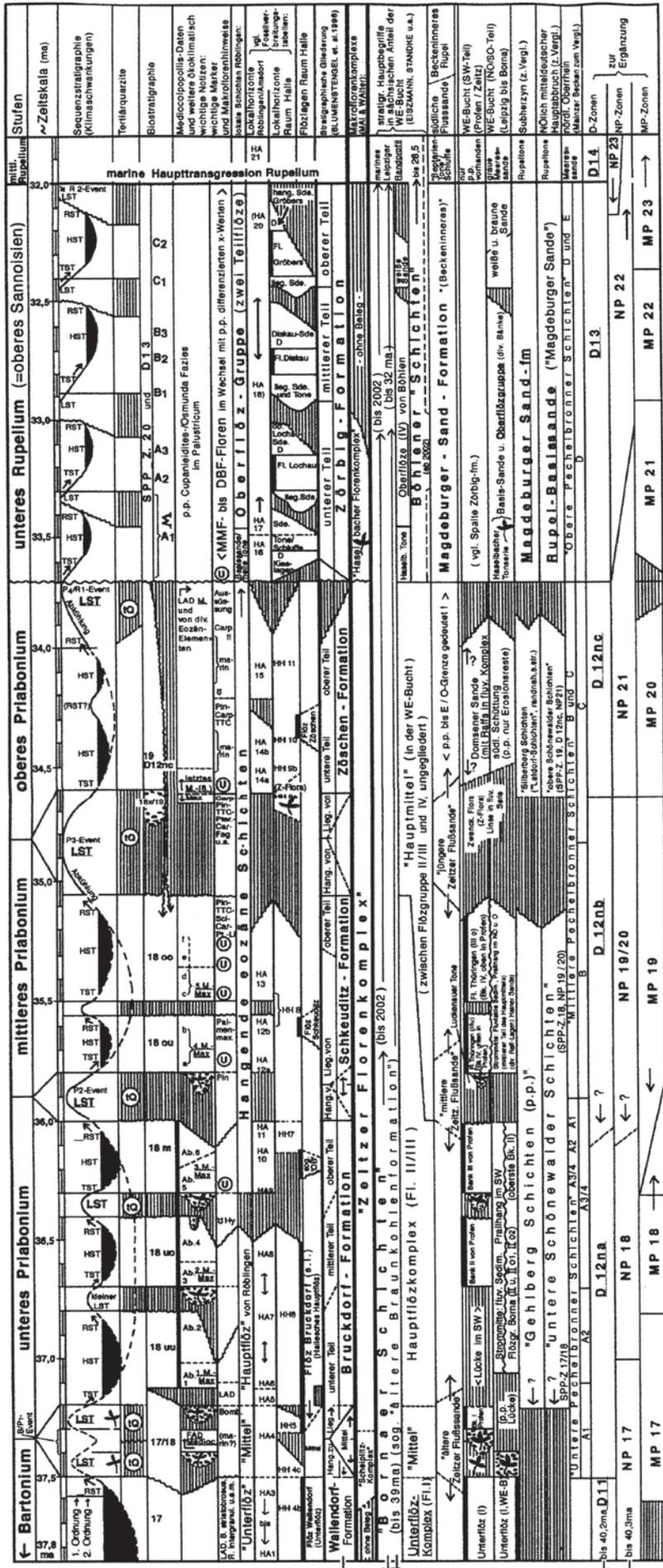
ergeben noch die Floren außerhalb von Flussauen und Mooren ausreichend repräsentieren. Sie vermitteln gute Eindrücke bestimmter Vegetationstypen, lassen sich aber nicht im Sinne einer möglichst hoch auflösenden Biostratigraphie verwenden. Die oft ins Feld geführten „Florenbilder“ oder „Florenkomplexe“ (Walther, div. Publikationen, siehe Literaturanhang) sind eine Zusammenfassung von Florulen diverser Fundorte und Horizonte, also synthetische Floren. Letztlich bieten in terrestrischen bis ästuarinen Sedimenten Palynomorphen die beste biostratigraphische Gliederungs- und Korrelationsmöglichkeit.

In marinen Sedimenten steht dort, wo sie nicht entkalkt sind, die ganze Palette mariner Organismen zur Verfügung. Traditionell stützt man sich vor allem auf Nannoplankton, Foraminiferen und Dinozysten (Standardzonierungen). Palynomorphen spielen ebenfalls noch eine wichtige Rolle, vor allem in küstennahen Sedimenten, wo der Polleneintrag oft noch sehr hoch war. Andere Fossilgruppen werden, wenn überhaupt, nur recht sporadisch ausgewertet. Mollusken, früher Grundlage der Oligozängliederung (**BEYRICH**, 1856), werden heute kaum noch biostratigraphisch ausgewertet. Bryozoen, Brachiopoden und andere Gruppen sind allgemein zu selten und werden kaum in Erwägung gezogen. Zusätzlich mag das auch daran liegen, das mit manchen dieser Gruppen nur wenige Spezialisten vertraut sind, oder auch an der grundsätzlichen Skepsis mancher Biostratigraphen. Das Potential von Fischotolithen ist auch erst allmählich erkannt worden. Man kann aber sehr wohl mit diversen Fossilgruppen nützliche Arbeit betreiben, oft gerade dann, wenn es mit den Standardgruppen schwierig wird. Manchmal (Beispiel Pteropoden oder Otolithen) lässt sich auch eine viel höhere Auflösung erzielen und eine genauere Korrelation durchführen, als dies mit den Standardgruppen möglich wäre. Pteropodenblüten beispielsweise haben sich als hervorragende Event- oder Biomarker-Horizonte erwiesen. Darauf werden wir an geeigneter Stelle konkrete Situationen zur Diskussion stellen.

Der heutige Kenntnisstand ist in vereinfachter Form in Abb. 10 dargestellt. Wesentlich detaillierter sind die großen, von **KRUTZSCH** publizierten Tabellen (aktuell und passend zum Generalthema: 2008, siehe Abb. 11). Sie sind für den terrestrischen bis ästuarin-brackischen Raum die wesentliche Grundlage stratigraphischer Diskussion. Die Verknüpfung mit dem marinen Raum zeigt bei näherer Betrachtung noch einige Problemzonen, welche aber sicher in nächster Zeit bereinigt werden können (vor allem im Latdorf- und Rupelbasisbereich). Die stark schematisierten und vereinfachten Darstellungen, wie sie immer wieder durch die Literatur geistern (z.B. Abb. 12 u. 13), sind dagegen wenig hilfreich zur Diskussion, da wesentliche Kriterien entweder der Schematisierung und/oder einer anderen, hier oft nicht geteilten Interpretation zum Opfer gefallen sind.

Marines Priabonium und Oligozän in Mitteldeutschland

In den beiden Egelner Mulden entlang des Oschersleben-Egeln-Stassfurter Salzsattels (Abb. 14) trifft man



Legende

- TST 1
- HST 2
- RST 3
- LST 4
- ⊕ 5
- M 6
- Pin 7
- Sci 8
- Car 9
- Pt 10
- Li 11
- Bomb. 12
- Carp 13
- HA 14
- HH 15
- Z-Flora 16
- Sde 17
- D 18
- Hy 19
- ∩ 20
- MMF 21
- DBF 22
- Σ 23
- "OB" 24
- 25
- 26
- x-Wert 27
- Ab. 1-6 und a-f 28
- tQ 29
- Flöz 30

Abb. 11: Stratigraphische Tabelle für das mitteldeutsche Ästuar vom Obereozän bis zum tieferen Oligozän (aus Krutzsch, 2008: Tab. 2).

die vollständigste Ausbildung des marinen Paläogens in Mitteldeutschland an. Vom höheren Bartonium bis weit in das Unteroligozän reicht das Profil. Nachdem das GLA Sachsen-Anhalt (Halle/Saale) die Terminologie für das marine Eozän aus dem Helmstedter Raum übernommen hat, ist eine Unterteilung in Annenberg-(?), Gehlberg- und Silberberg-Formation als gebräuchlich anzusehen. Addiert man die maximalen Mächtigkeiten in den Muldenkernen, kommt man auf bis zu 70 m (Abb. 15). An den Muldenflanken kann die Mächtigkeit insgesamt auf ca. 30 m zurückgehen (Gründe: geringere Sedimentationsraten und/oder Erosion/Hiati). Das Tertiär der Egelner Südmulde ist letztmalig in der späten DDR-Zeit untersucht worden. Ergebnisse wurden von **BLUMENSTENGEL & UNGER (1993)** publiziert. Allerdings ist vor allem das flözführende ältere Paläogen untersucht worden, während aus dem marinen Eozän-Oligozän darüber nur Stichproben bearbeitet wurden. Insgesamt liegt aus diesem interessanten Raum bis heute keine durchgängige Bearbeitung vor. Die Korrelation des marinen Eozäns mit den ästuarinen bis terrestrischen Sedimentserien weiter im Süden, zwischen Halle, Merseburg und dem Leipziger Raum, erfolgt mit Palynomorphen und/oder auf der Basis lithostratigraphischer und sequenzstratigraphischer Überlegungen. Paläontologische und biostratigraphische Untersuchungen auf der Basis mariner Faunen fehlen bisher, weil es an Aufschlüssen oder Kernmaterial von Bohrungen mangelt. Neue Untersuchungen beginnen ab der Silberberg-Formation, dem klassischen Latdorfium oder Unteroligozän historischer Fassung. Beginnen wir also von diesem Punkt aus mit einem etwas vertieften Einstieg in die regionalen Verhältnisse, weil von hier aus konkret auch zahlreiche neue Daten aus jüngst bearbeiteten Aufschlüssen vorliegen.

„Latdorf-Schichten“ (Silberberg-Formation)

Zwischen Westeregeln und Stassfurt (Egelner Mulden) wurde bereits in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts Braunkohle gewonnen. Zahlreiche Schächte und dann auch kleinere Gruben (Tagebaue) erschlossen die Flöze in den beiden halokinetischen Randsenken des Oschersleben-Egelner-Stassfurter Salzsattels. Dabei wurden natürlich auch die marinen Deckschichten über dem flözführenden Eozän (Bartonium? bis Rupelium) durchfahren, welche schon bald durch reiche Fossilfunde auffielen. Eine rege Sammeltätigkeit setzte ein und führte rasch zum Aufbau größerer Sammlungen. **BEYRICH (1853-1856)** konnte für seine Monographie der Gastropoden des norddeutschen Oligozäns bereits auf sehr viel Material aus dem marinen Paläogen der Egelner Mulden zurückgreifen.

Der überwiegende Teil des Materials in der ersten Phase (erste Hälfte des 19. Jahrhunderts) kam aus glaukonitischen Sanden eines Tagebaues bei Westeregeln. Die Sande hielt man damals (nach der soeben vorgestellten Oligozängliederung Beyrichs) durchweg für Unteroligozän (v. **KOENEN**, 1889, p. 4), was sich aber später als Irrtum erwies und für einige Verwirrung gesorgt hat. Als A. v. **KOENEN** mit seiner Bearbeitung der Latdorf-Fauna

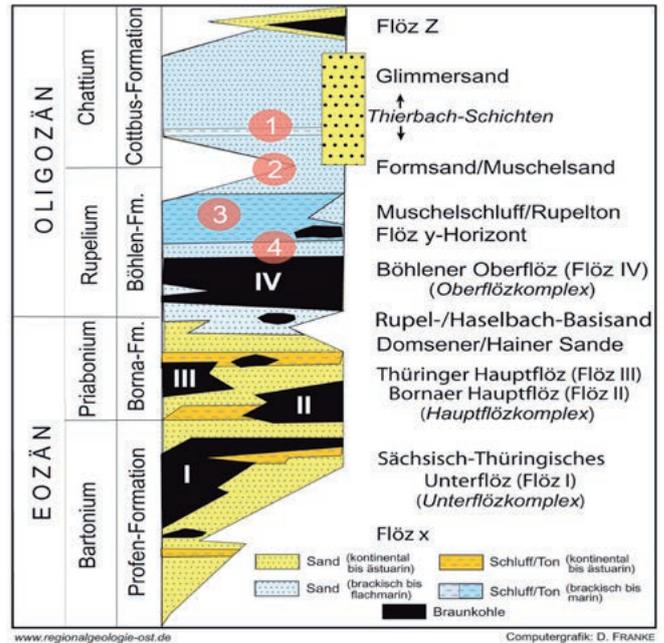


Abb. 12: Schematische Darstellung der Profilentwicklung im Leipzig-Borna-Altenburger Tertiärgebiet (aus **FRANKE: Regionale Geologie Ostdeutschlands**, Abb. 23.10). Verändert durch Markierung wichtiger Punkte zur stratigraphischen Diskussion: 1 - Position der Glaukonit-sande (mittleres Eochattium), 2 - Grenze Rupelium - Chattium, 3 - Muschelschluff, 4 - mariner Basisbereich über Flöz IV.

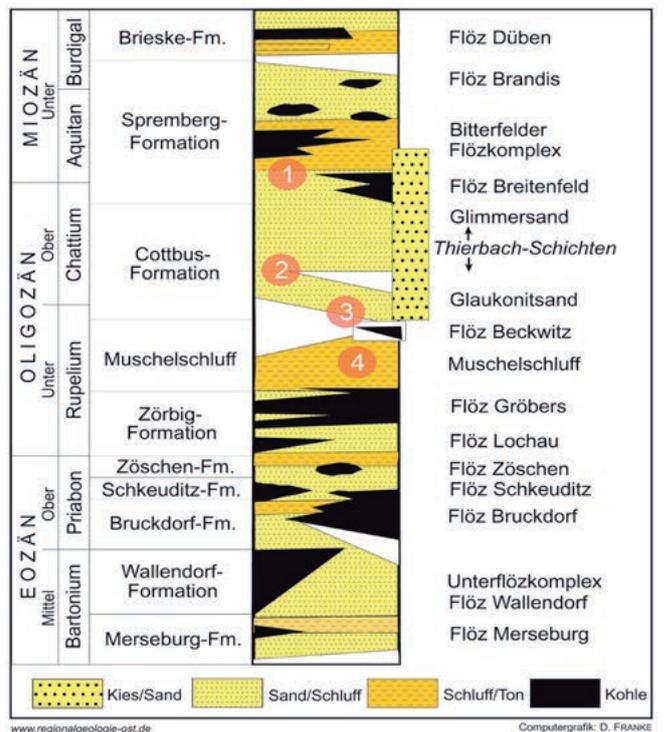


Abb. 13: Schematische Darstellung der Profilentwicklung im Halle-Merseburger Tertiärgebiet (aus **FRANKE: Regionale Geologie Ostdeutschlands**, Abb. 23.11). Verändert durch Markierung wichtiger Punkte zur stratigraphischen Diskussion: 1 - Grenze Chattium-Aquitanium, 2 - Position der Glaukonitsande, 3 - Grenze Rupelium - Chattium, 4 - Muschelschluff.

begann (er selbst nennt 1858), war die wichtige Grube bei Westeregeln bereits wieder verfüllt. V. Koenen erwarb durch den Ankauf der Sammlung Danneberg aber viel Material von dort und vom eng benachbarten Wolmirsle-

2008). 2012 ermöglichte die Firma Bohrgesellschaft Landsberg mbH über ein Sponsoring die Abteufung von Kernbohrungen nahe der alten Typuslokalität Grube Carl (heute Hochkippe) bei Latdorf. Die Bohrungen erwiesen sich als Volltreffer und lieferten äußerst fossilreiche Latdorf-Kerne. Aus dem Magdeburger Stadtgebiet wurde Latdorf-Material von Bohrungen im südlichen Stadtbe- reich zur Verfügung gestellt (R. Möhring, Magdeburg), so dass auch von dort umfangreiches neues Fossilmaterial zur Verfügung steht. Letztlich spielt auch die Faunenab- folge in den Felslitoralen von Mammendorf eine Rolle, denn dort ist u.a. eine Fauna des späten Latdorfium ent- halten. Anhand dieser in den vergangenen etwa 5 Jahren bearbeiteten Fundpunkte, von denen erste Ergebnisse bereits publiziert (MÜLLER, 2011a, 2011b), teils im Druck sind (MÜLLER et al., Atzendorf), werden für die Exkursion sicher folgende Schwerpunkte von besonderem Interes- se sein:

- Diskussion um die Eozän-/Oligozängrenze anhand neuer Ergebnisse aus den aktuellen Aufschlüssen sowie aktueller Diskussionen um die Oi-Events.
- Innerer (zyklischer) Aufbau der Silberberg-Formation und Möglichkeiten einer hoch auflösenden Korrelation mit der Zöschen-Formation des ästuarin-terrestri- schen Raumes sowie den (Oberen) Schönewalder Schichten im nordostdeutschen Tiefland.
- Fernkorrelation in das klassische belgische Oligozän- gebiet.
- Pteropoden und Pteropodenstratigraphie im basalen Oligozän (siehe auch Abb. 23).
- Biodiversität und Faziesdifferenzierung.

Rupelbasisbereich („Magdeburger Sande“, Zörbig- Formation oder Rupel 1)

Der Rupelbasisbereich liegt innerhalb des mitteldeut- schen Raumes in sehr verschiedener Faziesentwicklung vor. Durchweg marinen Ursprungs ist der sog. Magde- burger Sand, ein Terminus, den man heute eigentlich nicht mehr verwenden sollte, der aber trotzdem ein lan- ges Literaturleben führt. Schon in der Typusregion ist es etwas stratigraphisch Heterogenes, zusätzlich komple- xer geworden durch die Ergebnisse der Untersuchungen von Mammendorf (MÜLLER, 2011). In anderen Regionen kommen noch ganz andere Lithologien und Fossilinhalte vor, so dass unter dem Label „Magdeburger Sand“ ins- gesamt sehr heterogene Dinge verstanden werden kön- nen. Die lithologische Einheit ist unseres Wissens nach auch nirgendwo einmal ausreichend definiert worden. Für Ablagerungen marginalmariner und ästuariner bis terrestrischer Räume ist inzwischen der Terminus „Zör- big-Formation“ allgemein gebräuchlich, wird aber gerne etwas „überdehnt“, da wiederum häufig auch der „Mag- deburger Sand“ einbezogen wird. Die sächsische Strati- graphie integriert diesen Bereich in die Böhlen-Formation - auch ein etwas unglücklicher Versuch. Inzwischen „tei- len“ sich drei Landesämter die terminologische Hoheit, mit entsprechendem Erfolg. Es ist also an der Zeit, sich nochmals mit der Terminologie und Definition lithostrati- graphischer Einheiten zu befassen.

Im Magdeburger Raum ist der Sand in der Regel als

glaukonitischer, grünlicher Sand ausgebildet und enthält dort, wo er nicht entkalkt ist, eine reiche Fauna. Nan- noplankton-Datierungen ergaben NP22, und nach Dino- zysten ist D13 ermittelt worden (KÖTHE, 2005). Das wird auch für den größten Teil zutreffen: Sande mit *Pecten (Hilberia) stettinensis* v. KOENEN, 1868 und anderen cha- rakteristischen Mollusken. Das ist ziemlich gut mit den Sanden von Ruisbroek in Belgien zu vergleichen, (MAR- QUET et al., 2008), wofür auch die Otolithenassoziation spricht. Andererseits sind auch etwas ältere Partien da- bei (ausgehendes Latdorf) sowie etwas jüngere Sande mit *Scalaspira multisulcata* (NYST, 1845) u.a. Mollusken, die man sonst im tieferen Septarienton findet. Das er- gibt ein Intervall, was in den belgischen Profilen etwa den Sanden von Ruisbroek bis Sanden von Berg entspricht und an der Basis vielleicht noch ein wenig spätes Ton- grien inferieur erwischt (Neerrepn-Kesselberg-Units?). Hier sind auch die enormen Höhenunterschiede bei Magdeburg (zwischen Elbeniederung, Stadt und Anstieg zum Flechtinger Rücken) zu beachten, welche beim Auf und Ab des Meeresspiegels zu erheblicher Heterochro- nität führen können. Probleme durch Aufarbeitung und Umlagerung von Material sowie durch Eistransport (!) sind ebenfalls nicht zu vernachlässigen.

Nach Süden, in einiger Entfernung von den Grund- gebirgsauftragungen bei Magdeburg, transgredieren oft schwarze, schluffig-tonige Feinsande auf Latdorf-Sedi- mente oder älterem Untergrund. Eine klassische Loka- lität war Latdorf, wo schwarzgraue Feinsande auf Lat- dorf folgen, unter Ausbildung eines deutlichen, groben Transgressionshorizontes. Aus diesen Sanden nennt v. KOENEN (1868) in seiner Arbeit über mittelo- ligozäne Mollusken eine individuenarme Molluskenfauna. Unsere Latdorf-Bohrungen haben diese Situation wieder an- getroffen. Neben *Scalaspira multisulcata* und anderen Mollusken (insgesamt sehr individuenarm) wurden Oto- lithen, Haizähne und pyritisierte Pteropoden angetroffen (*Limacina* sp.). Die *Limacina* ist vermutlich eine bislang unbeschriebene „Manuskriptart“ von TEMBROCK (Fundort Latdorf) und vermutlich für Latdorf-Alter gehalten (pers. Komm. A.W. JANSSEN, Malta/Goso). Vielleicht ist hier ein weiterer Baustein für eine differenzierte Pteropodenstra- tigraphie gefunden worden - der tiefste Pteropodenho- rizont über Latdorf s. str. Weitere Informationen folgen im Exkursionsteil zum Punkt Latdorf. Im Übrigen hat LOTSCH seinerzeit aus Mangel an einer solchen Situation ein ge- eignetes Ersatzprofil bei Biere (Neostratotypus oder Re- ferenzprofil) in die Diskussion gebracht (LOTSCH, 1981).

Südlich der Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke verzahnen sich die marinen Sande zunehmend mit marginalmari- nen-ästuarinen Sedimenten mit Braunkohlenflözen. Das langsame Vordringen des Meeres von NW Halle-Ams- dorf Richtung SW führt einerseits zu einer ausgeprägt heterochronen Faziesgrenze zum Rupel- oder Septa- rienton, andererseits auch zu einer größeren zeitlichen Reichweite marginalmariner Ablagerungen am südöst- lichen Beckenrand (Südraum von Leipzig). Im Tagebau Amsdorf ist die ästuarine Phase nur kurz gewesen, mit geringer Moorbildung. Bereits in der NP22 erfolgt der Übergang in typische Rupeltonfazies mit rhythmischer

Bankung (Feinsand-Ton/Schluff-Wechselagerung ähnlich dem Rupelton im belgischen Typusgebiet). Allerdings ist in Amsdorf bereits unter den ästuarinen Bildungen ein erster Transgressionshorizont (Feinkies mit Haizähnen, darüber Sande mit reicher mariner Ichnofauna) entwickelt, dessen Alter (Latdorf oder Rupelbasis) noch untersucht wird. Das ist erst durch aktuelle Grabungen sicher ermittelt worden. Die marine Transgression über der geringmächtigen ästuarinen Serie beginnt ebenfalls mit einem mächtigeren Transgressionskies, der zahlreiche phosphatisierte Haizähne enthält. Beide sollten nicht miteinander verwechselt werden.

Im Leipziger Raum beginnt die vollmarine Sedimentabfolge mit dem Basissand der Zwenkau-Subformation. Er hat die leitende Pteropodenart *Praehyalocylys laxeannulata* (LUDWIG, 1864) geliefert, nochmehr der direkt darauf folgende Schluffhorizont (MÜLLER, 1983 und 2008). Damit erreicht die Rupelhaupttransgression mit vollmarinen Bedingungen den Leipziger Südraum erst im oberen Rupel 2. Darunter befindet sich eine mächtige ästuarin-marginalmarine Serie (Espenhain-Subformation) mit Böhlener Oberflöz und Spurensanden mit Flöz Y darüber. Ein kräftiger Hiatus trennt beide Subformationen, und im Südwesten des Gebietes sind die Sande über Flöz IV („Weiße Sande“) bis auf wenige Erosionstrelkte erodiert. Dann liegen die Basissande der Zwenkau-Subformation direkt auf dem Böhlener Oberflöz. Fossilführende Auskolkungen im Oberflöz bis über ein Meter Tiefe (ehemaliger Tagebau Cospuden) belegen die Turbulenzen des Transgressionsprozesses. Weitere Bemerkungen folgen bei den Unterlagen zu den Aufschlusspunkten. Als Schwerpunkte zur Diskussion empfehlen sich folgende:

Zeitlicher Umfang (stratigraphische Reichweite) und fazielle Differenzierung des Rupelbasisbereichs von Magdeburg bis in den Südraum von Leipzig.

- Pteropodenhorizonte im Rupelbasisbereich.
- Latdorf-Faunenelemente im basalen Rupelton.
- Alter des 1. Transgressionskieses von Amsdorf.
- Parallelisierung der Felslitorale und seamountartigen Bildungen bei Mammendorf mit den feinklastischen Beckenentwicklungen.

Rupelton (Septarienton) und Äquivalente

Im norddeutschen Raum bis in das Magdeburger Gebiet hinein ist der Septarienton als makroskopisch weitgehend homogener, massiger Ton entwickelt. Aufgrund weitgehend fehlender lithologischer Differenzierung kann er nur nach Fossilien vernünftig gegliedert werden. Benthische Foraminiferen (planktische Formen sind selten und artenarm) haben bisher die Hauptrolle gespielt (SPIEGLER, 1965, KIESEL, 1962, HAUSMANN, 1964/1965 etc.), daneben Dinozysten und Nannoplankton. Benthische Foraminiferen als substratabhängige Organismen unterliegen faziellen Einflüssen, was sich auf die Verlässlichkeit auswirken kann. Nannoplankton- und Dinozysten zonen fallen im Rupelium sehr weit aus und sind für hoch auflösende Biostratigraphie problematisch. Neuerdings lassen Pteropoden eine sehr verlässliche stratigraphische Korrelation auch über große Entfernungen zu. Schon die Publikation von GÜRS & JANSSEN (2004) ver-

deutlicht das Potential, insbesondere von Massenvorkommen (Pteropodenblüten als Biomarker). Inzwischen ist für Mitteleuropa das Netz von Beobachtungen immer engmaschiger geworden und zeigt ein Potential, das weit über die ersten Ansätze von GÜRS & JANSSEN hinausreicht. Fischotolithen bieten ein weiteres, bisher ungenutztes Feld, vor allem auf der Basis der raschen Gadidenevolution im Oligozän.

Vom Magdeburger Raum aus reicht die homogene Septarientonfazies bis in den Bereich der Egelner Mulden und in den Elberaum um Dessau-Aken. Südlich davon (Köthen, Edderitz und Hallescher Raum) erfolgt der Übergang in eine gebankte Fazies mit einer typischen Feinsand-Schluff/Ton-Wechselfolge (Rhythmite). Sie ist von Profilen von Edderitz bei Köthen (GRUNERT, 1960, siehe Abb. 16), sowie von Profilen bei Morl (STÖWE, 1933, siehe Abb. 17-18) beschrieben worden. Auffällig ist die zum Teil starke Färbung (braun bis rotbraun) vieler Rupeltonbänke an den klassischen Lokalitäten. Sie wird mit einem starken Eintrag von Rhyolith-Detritus in Verbindung gebracht. Derzeit bietet der ROMONTA-Tagebau Amsdorf einen hervorragenden Einblick in diese Fazies. Der gesamte untere, mittlere und die Basis des oberen Rupels liegen dort in dieser Ausbildung vor. Weil das Gebiet weiter ab vom Halleschen Rhyolithkomplex liegt, fehlen die von Morl beschriebenen Verfärbungen. Das Material ist grau bis etwas graugrünlich, vor allem die Sande verbraunen bei Anwitterung aber rasch (Pyrit/Markasitoxidation). Ausbildung und Farbe lassen sich am besten mit der Ausbildung des Rupeltons in der Typusregion in Belgien vergleichen.

Das Amsdorfer Profil beginnt mit dem zweiten Transgressionskies über der ästuarinen Schichtenfolge. Darauf folgen bis zu 6 m marine Sande mit Ichnofauna. Die erste Tonbank mit *Portlandia deshayesiana* (DUCHASTEL in NYST, 1835) u.a. Mollusken leitet die rhythmische Abfolge ein, die hier insgesamt nahezu 40 m Mächtigkeit erreicht. Die Basis enthält ein Massenvorkommen von Pteropoden (*Limacina* cf. *mariae* JANSSEN, 1989) in einem 30 cm - Intervall um die Schluffbank UT3, begleitet von einer Fauna, die noch einige Latdorf-Elemente aufweist: Nummuliten, Otolithen u.a. Etwa ab der 6.-7. Ton/Schluffbank beginnt die NP23 (aktuelle Datierungen von MARTINI, noch unpubliziert). Das derzeit vollständigste Profil reicht bis zur Basis des oberen Septarientons, der früher im Baufeld Etdorf noch besser aufgeschlossen war. Mit *Praehyalocylys laxeannulata* (LUDWIG, 1864) tritt im mittleren Bereich eine weitere stratigraphisch wichtige Art auf, die eine sehr genaue Korrelation mit dem Basissand und Schluff 1 („Brauner Schluff“) der Zwenkau-Subformation im Leipziger Südraum ermöglicht (Abb. 23). Das Leipziger Profil (Zwenkau-Subformation und Markkleeberg-Subformation) setzt also hier erst mit fossilführender, vollmariner Fazies ein. Im Raum Halle hingegen, an den klassischen Fundstellen von Rupelton um Morl-Beidersee, ist heute nur noch tieferer Septarienton erhalten (Molluskenfaunen mit *Scalaspira multisulcata* (NYST, 1845), nach Fossilmaterial von den alten Lokalitäten in der Sammlung des Instituts für Geowissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle/Saale).

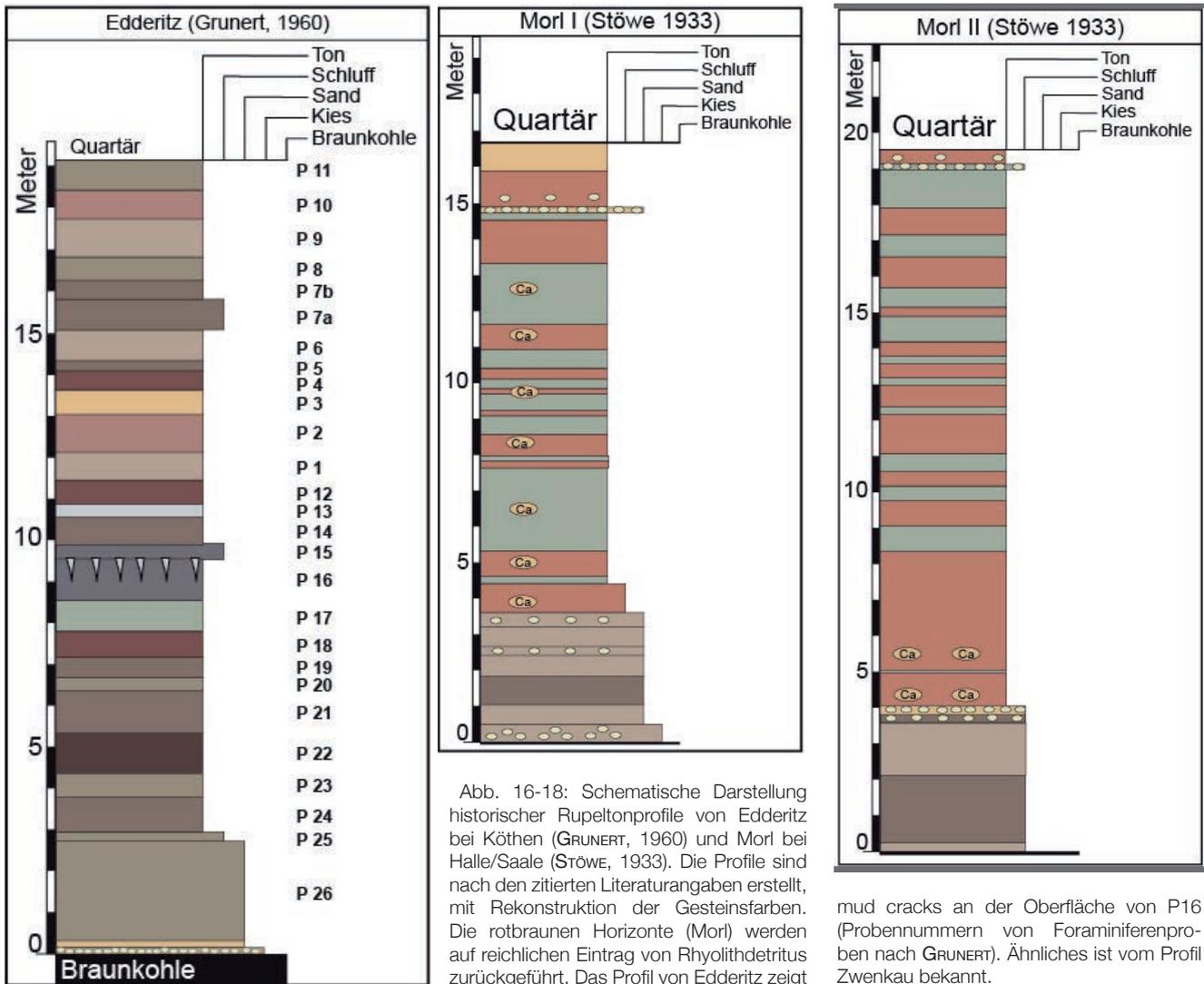


Abb. 16-18: Schematische Darstellung historischer Rupeltonprofile von Edderitz bei Köthen (GRUNERT, 1960) und Morl bei Halle/Saale (STÖWE, 1933). Die Profile sind nach den zitierten Literaturangaben erstellt, mit Rekonstruktion der Gesteinsfarben. Die rotbraunen Horizonte (Morl) werden auf reichlichen Eintrag von Rhyolithdetritus zurückgeführt. Das Profil von Edderitz zeigt

mud cracks an der Oberfläche von P16 (Probennummern von Foraminiferenproben nach GRUNERT). Ähnliches ist vom Profil Zwenkau bekannt.

Insgesamt ergibt sich also eine erhebliche Faziesdifferenzierung von NW nach SE über etwa 100 km Luftlinie: Im Tagebau Amsdorf eine kurze Transgressionsphase und dann rasch Übergang in eine Fazies küstenferneren, tieferen Wassers. Diese Fazies greift schnell auf das Rhyolithgebiet bei Halle über und setzt (je nach Höhenlage in der Rhyolithkuppenlandschaft) zu etwas unterschiedlichen Zeiten ein. Nach Südosten, zwischen Merseburg und Leipzig, setzt die hochmarine Fazies über der Zörbig-Formation immer später ein (südlich von Leipzig im oberen R2) und geht in die fazielle und faunistische Sonderentwicklung der Leipziger Randlage über (Zwenkau- und Markkleeberg-Subformation, MÜLLER, 2008).

Der höhere Septarienton (oberer R3 und R4, obere NP 23 sowie NP24) ist zwischen Bernburg, Raum Halle und Amsdorf-Röblingen nur noch partiell vorhanden, da in der Regel erosiv gekappt. Die meisten Profile enden im mittleren Septarienton, auf den Rhyolithhochlagen nördlich und nordöstlich von Halle oft auch bereits im tieferen R2. Nur bei Amsdorf sind im Muldentiefsten (Baufeld Etdorf und aktuelles Profil) noch die tiefsten Teile des oberen Septarientons erhalten. Im Leipziger Südraum hingegen ist gerade der höhere Teil vollständiger entwickelt, jedoch in einer ausgeprägten Sonderfazies des küstennahen Raumes, in dem sich Meeresspiegeloszil-

lation niederer Ordnung naturgemäß stärker ausgewirkt haben als in küstenferneren Beckenbereichen bei wesentlich tieferem Wasser. Vereinzelt sind hier Pteropoden des oberen Septarientons gefunden worden: *Limacina umbilicata* (BORNEMANN, 1855). Im Süden von Leipzig sind wenigstens zwei markante Parasequenzen (Zwenkau- und Markkleeberg-Subformation) entwickelt, die sich den eustatischen Zyklen TA4.4 und TA4.5 zuordnen lassen. Innerhalb des flächenmäßig begrenzten Raumes sind weitere Faziesdifferenzierungen zu beobachten (Verzahnung von sublitoralen mit eulitoralen Sedimenten: Exkursionsteil „Zwenkau“).

Die großflächige Erosion des höheren Septarientons im Westen des mitteldeutschen Raumes und die vollständige Entwicklung im Raum zwischen Leipzig und Profen-Pegau (Tagebau Profen und neue Baufelder im Anschluss) sind am besten als Folge einer Schollenkipung und Verlagerung des Depozentrums nach Osten zu erklären, was letztlich auch eine Verlagerung des Hauptdrainagesystems von Ost nach West nach sich zog. Statt des mitteldeutschen Ästuars entwickelt sich nun der Thierbacher Fluss im Osten der Leipziger Bucht zum Hauptfluss.

Die Hangendgrenze der Markkleeberg-Subformation wird unterschiedlich interpretiert. Einerseits wird ein

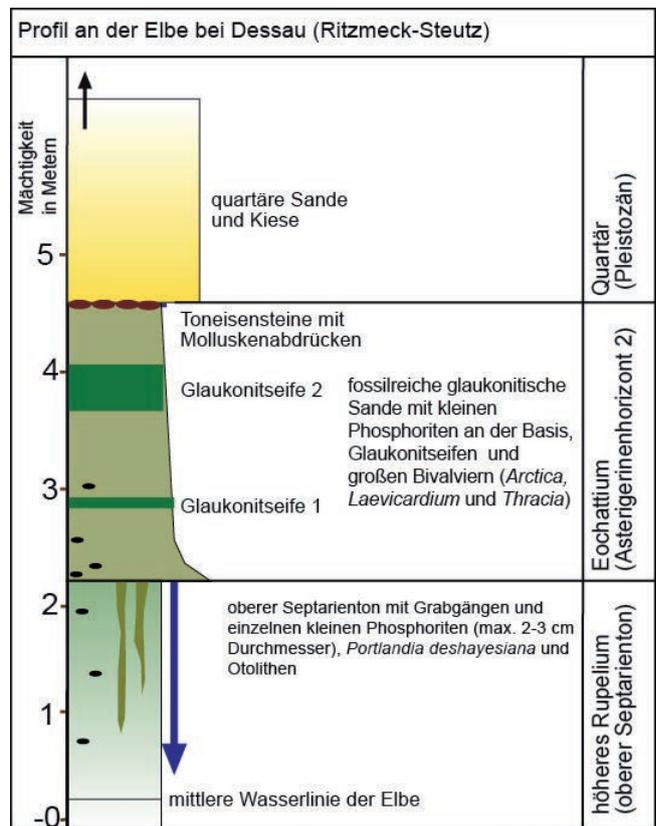
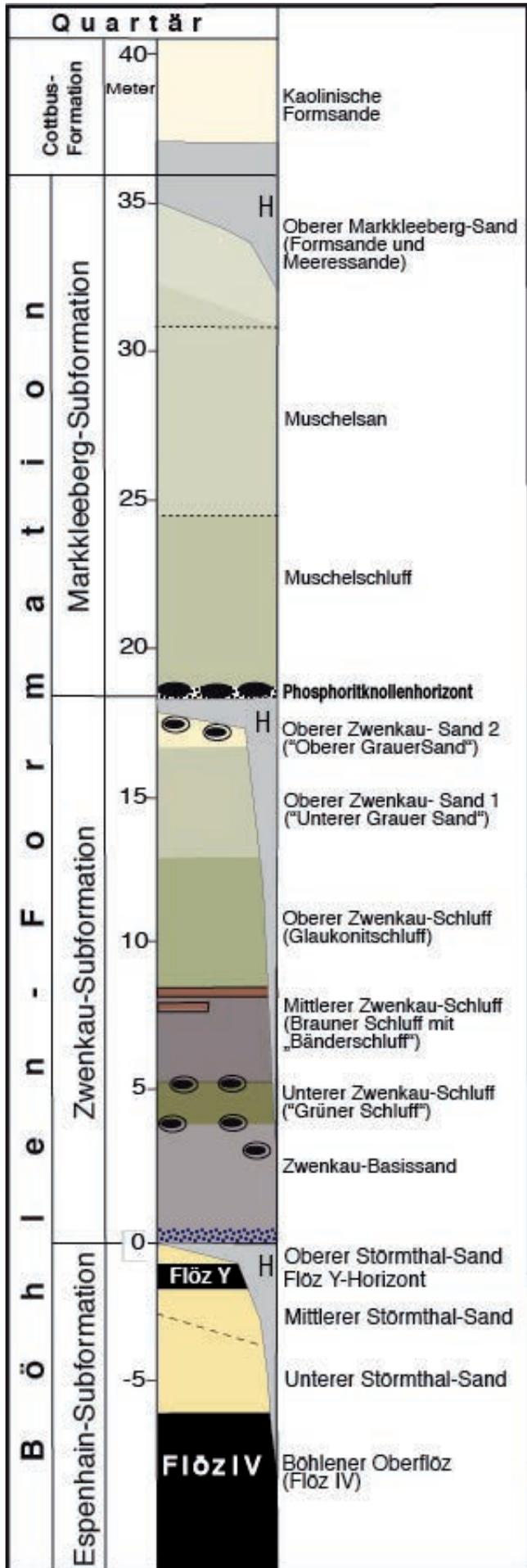


Abb. 19: Lithostratigraphisches Gliederungsmodell der Böhlen-Formation südlich von Leipzig.

Abb. 20: Das am Elbeufer zwischen Ritzmeck und Steutz (W Dessau) aufgegrabene Profil der Chatt-Transgression auf oberem Septarienton.

ziemlich nahtloser Übergang des Muschelsandes der Markkleeberg-Subformation und dessen entkalkter randlicher Äquivalente und höheren Parteien in eine chattische Glimmersandfazies postuliert (siehe Abb. 12), andererseits zeigen fossilführende Profile an der Elbe bei Dessau (Abb. 20) eine markante Schichtlücke zwischen dem erosiv angegriffenen oberen Septarienton und den darauf transgredierenden Glaukonitsanden des mittleren Eochatts (Asterigerinenhorizont 2, MÜLLER et al., in prep.). Das gesamte untere Eochattium fehlt hier, ebenso (wie überall in Mitteldeutschland) der höhere Teil des oberen Septarientons oder fazielle Äquivalente. Nach einem vor wenigen Monaten erschlossenen Profil an der Autobahn A14 nordöstlich von Halle (bei Wallwitz-Mödera) transgrediert das mittlere Eochattium auch dort über älteren tertiären Untergrund oder Prätertiär. Es beginnt an diesem im Rhyolithkomplex liegenden Punkt mit einem geröllreichen Transgressionshorizont (Rhyolithgerölle) und enthält neben originär chattischer Fauna umgelagerte, unteroligozäne Fossilien sowie kleine, polierte Phosphorite. Manche der umgelagerten Mollusken sind andernorts als typische Felslitoralbewohner identifiziert worden (Mammendorf), so dass jetzt über die Umlagerung ein erster indirekter Nachweis ähnlicher Bildungen im Halleschen Rhyolithkomplex vorliegt. Es bedarf nur einer günstigen Gelegenheit, primäres Material zu finden.

Zu diesem Themenkomplex stehen folgende Schwerpunkte im Zentrum der Diskussion:

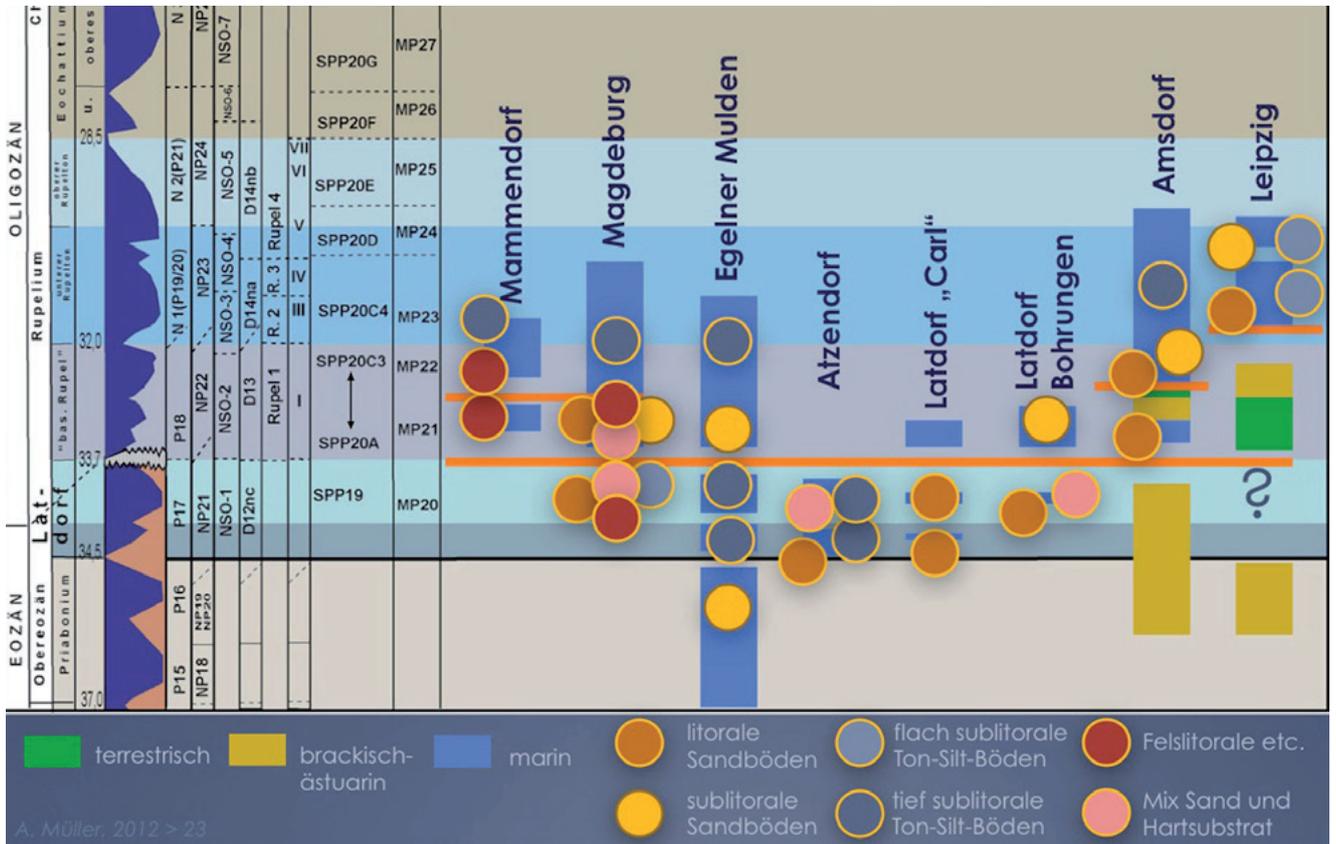


Abb. 21: Profilerichweite und fazielle Differenzierung an wichtigen Lokalitäten in Mitteldeutschland. Die linke Seite (stratigraphische Spalte) enthält einen Ausschnitt einer längeren Tabelle - deshalb hier kein Tabellenkopf. Neben einer schematisierten Darstellung der eustatischen Meeresspiegelkurve folgen Planktonforaminiferenzonen, Nannoplanktonzonen, Dinozysten Nordsee nach van SIMAEYS, MUNSTERMAN

& BRINKHUIS, 2005 sowie KÖTHE, 2005, Rupelgliederung nach SPIEGLER, 1965 und GRAMANN & SPIEGLER, 1986 sowie KIESEL, 1962, Palynomorphozonen (SPP-Zonen) nach KRUTZSCH, 2008 und früher und schließlich Mammalierzonen (MP-Zonen). Die Kolumne wird auch in den nachfolgenden Bildern benutzt.

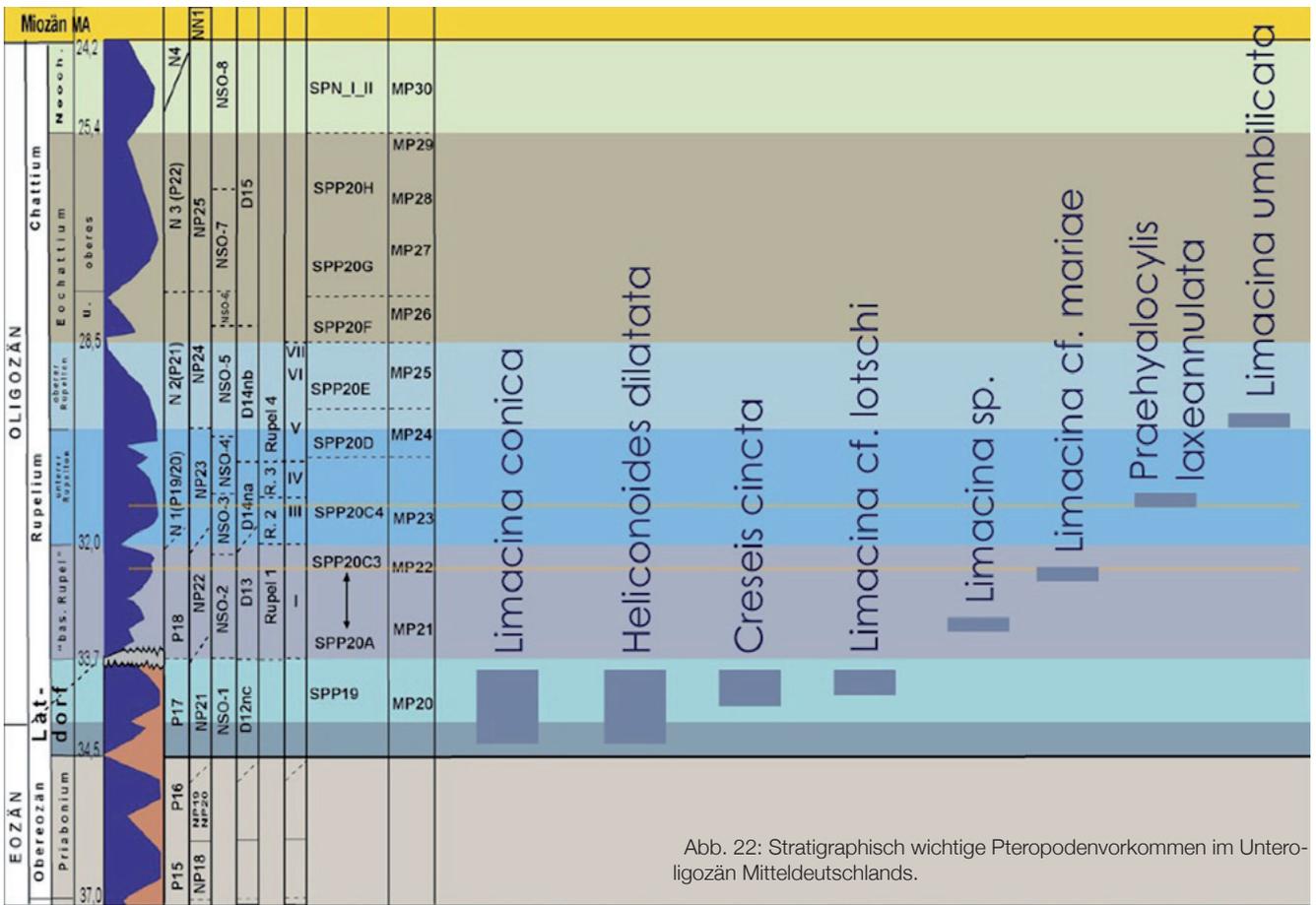


Abb. 22: Stratigraphisch wichtige Pteropodenvorkommen im Unteroligozän Mitteldeutschlands.

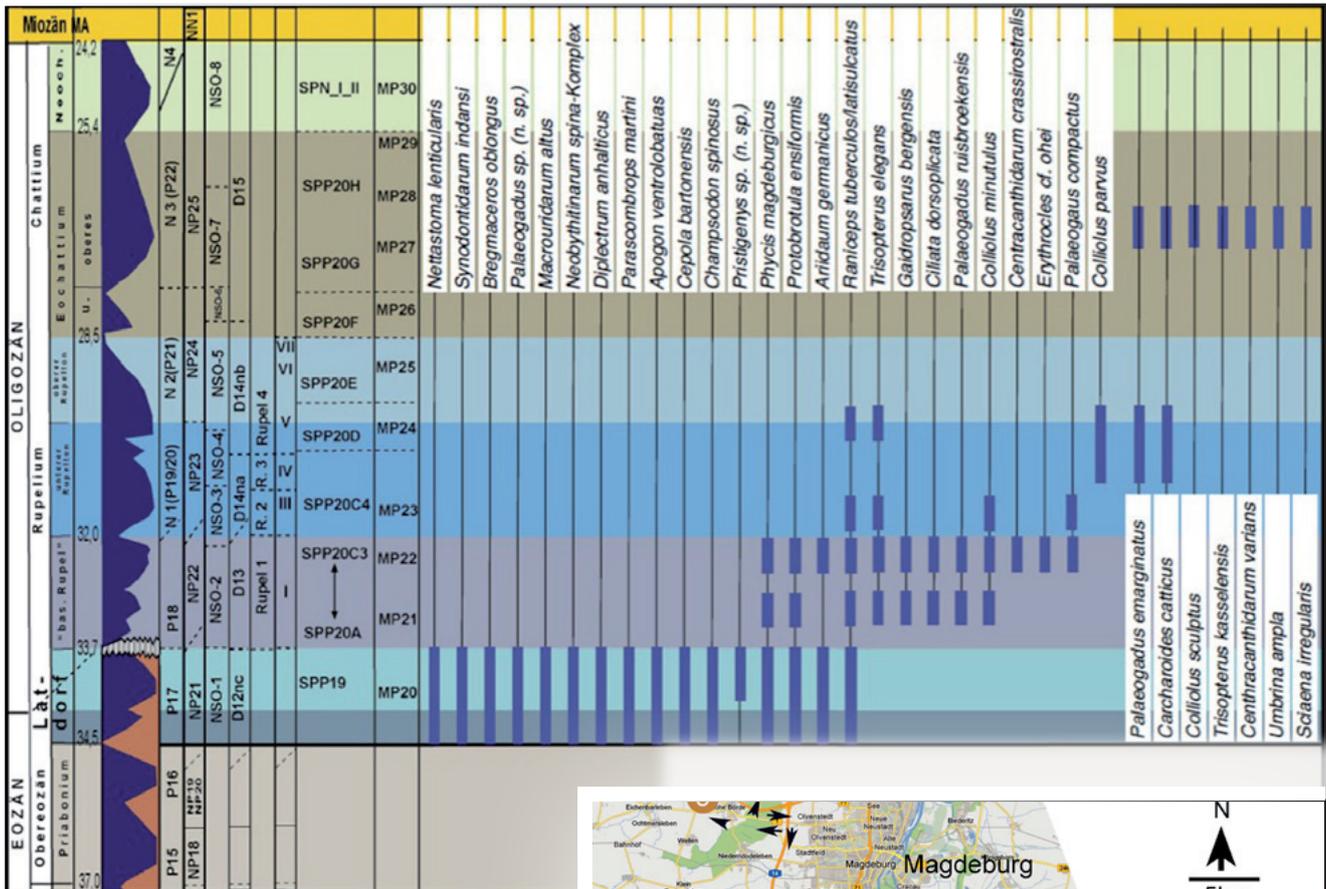


Abb. 23: Stratigraphische Reichweite wichtiger und häufiger Fischtaxa im Unteroligozän, basierend auf Selachierzähnen und Knochenfischotolithen.

Abb. 24: Routenkarte der Route 1 mit Punkt 1 Morl, 2 Löbejün, 3 Latdorf, 4 Atzendorf, 5 Mammendorf und 6 Irxleben-Hohenwarleben.

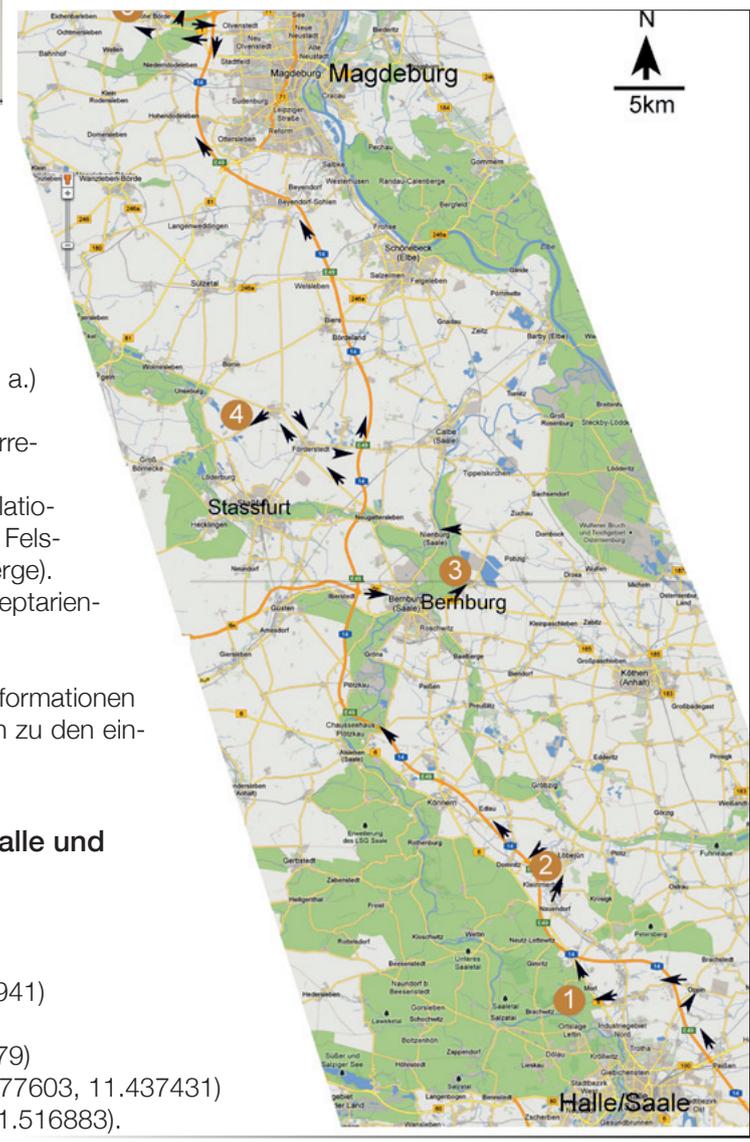
- Rhythmische Sedimentation, Zyκλοstratigraphie und kosmische Ursachen (LASKAR et al., 2004 u. a.) am Beispiel Rupelprofil Amsdorf.
- Pteropodenstratigraphie und long distance - Korrelationen.
- Korrelation Beckenfazies - Randfazies sowie Relationen zwischen „Beckenfaunen“ und solchen von Felsuntergründen (Felsitorale und submarine Felsberge).
- Heterochrone Faziesgrenze Zörbig-Formation/Septarienton in Mitteldeutschland.

Damit ist die kurze Einführung abgeschlossen. Informationen zu Detailfragen werden dann in den Erläuterungen zu den einzelnen Lokalitäten gegeben.

Exkursionroute 1: Anhalt zwischen Halle und Magdeburg

Haltepunkte/Aufschlüsse mit Koordinaten:

1. Fuchsberg bei Morl (51.547269, 11.90737)
2. Rhyolithkuppe bei Löbejün (51.634428, 11.88941)
3. Bohrpunkt Latdorf (51.813656, 11.793895)
4. Kiesgrube bei Atzendorf (51.911079, 11.571679)
5. Rhyolithbruch Mammendorf bei Irxleben (52.177603, 11.437431)
6. Septarientongrube bei Irxleben (52.171984, 11.516883).



Route (Wegbeschreibung) und Lage der Aufschlüsse (Abb. 24)

Vom Institut in der Talstraße 35 geht es über das innerstädtische Stück der B2 Richtung A14 (Auffahrt Leipzig-Mitte an der neuen Messe). Auf der A14 führt die Strecke weiter bis zur Ausfahrt Halle-Trotha. Dort fährt man zunächst nach Oppin. In Oppin muss man scharf links abbiegen Richtung B6 nach Morl. In Morl wird auf dem Lettiner Weg geparkt (Abb. 25) und der von dort ausgehende Weg zum Fuchsberg eingeschlagen.

Von Morl aus geht es zurück zur B6 und dort weiter Richtung NW bis zum Abzweig nach Löbejün (Abzweig bei Domitz). Dort folgt man der K2121 nach Löbejün und

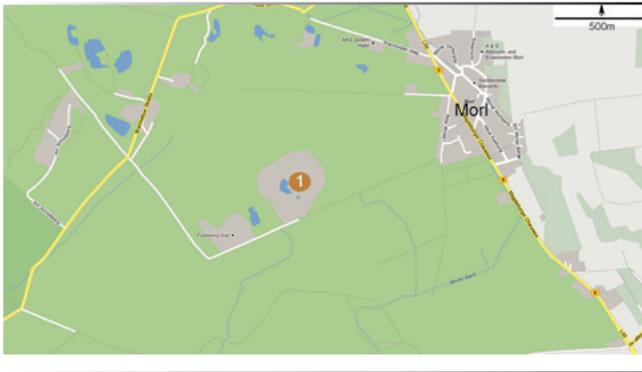


Abb. 25: Lage des Aufschlusses (1) am Fuchsberg bei Morl.



Abb. 26: Aufschluss (1) am Fuchsberg bei Morl: 1 Liegende Sande, 2 hallesches Unterflöz mit Quarziten (Flöz Bruckdorf, obereozäne Spurensande mit kohligem Horizonten (Niveaus Flöze Schkeuditz und Zöschen), 4 hallesches Oberflöz (Flöz Lochau), 5 Rupelsande mit Ichnofauna, 6 Septarienton (überwachsen).

biegt im Ort nach rechts (Süden) auf die L147 Richtung Petersberg ab. Oberhalb des Ortsrandes biegt man in einen Weg nach rechts ein und parkt dort (ist oberhalb einer Gartenanlage). Von hier aus geht es dann auch die gleiche Strecke zurück zur A14 bis Bernburg.

In Bernburg verlässt man die A14 auf der gerade fertiggestellten Ausfahrt der B6n/B185 Richtung Köthen (neue Umfahrung Bernburg) und fährt bis zur Ausfahrt Latdorf. In Latdorf kommt man über die Strohgasse zu einem Weg entlang einer Gartenanlage zum Bohrpunkt an der Hochkippe (Gelände der historischen Kohlengrube „Carl“).

Von Latdorf aus zum nächsten Punkt (Atzendorf) kommt man über die Nienburger Straße nach Nienburg und von dort aus nach Förderstedt. In Förderstedt L50 bis Atzendorf wählen, in Atzendorf (etwas hinter Araltankstelle) nach links abbiegen und im Ort nochmals links auf die K1302 abbiegen. Nach etwa 1 km hinter dem Ortsausgang hat man rechts die Einfahrt zur Kiesgrube erreicht. Zurück zur A14 geht es zunächst bis Förderstedt auf dem gleichen Weg. In Förderstedt aber dann links abbiegen auf die L63 und über Üllnitz zur Auffahrt auf die A14 fahren.

Auf der A14 fährt man Richtung Magdeburg bis zur Ausfahrt Irxleben (das ist die letzte Ausfahrt vor dem Autobahnkreuz mit der A2) und folgt dann der B1 über Irxleben Richtung Westen. Ca. 2 km hinter Irxleben biegt eine Nebenstraße Richtung Mammendorf und zum Steinbruch ab.

Zurück und zum letzten Punkt wird die gleiche Strecke benutzt. Etwa 1 km östlich von Irxleben biegt man nach links auf die K1150 ab und ist nach etwa 1 km am Aufschluss. Von hier aus geht es wieder zurück zur Auffahrt auf die A14 und direkt nach Leipzig.

Punkt 1: Fuchsberg bei Morl

Schon seit langem geht in der Rhyolithkuppenlandschaft bei Morl der Abbau von Kaolin (kaolinisierte Rhyolithe des Halleschen Rhyolithkomplexes) um. In der Gegend ist früher auch Braunkohle gewonnen worden (unteroligozänes Hallesches Oberflöz). Den Rhyolithen liegen hier obereozäne bis unteroligozäne Schichten auf, die u.a. von Stöwe (1933) beschrieben wurden, in jüngerer Zeit auch von Blumenstengel, H. Krutzsch, W. & Volland, L. (1996). Das Profil (siehe Abb. 63 bei Punkt Amsdorf) überstreicht einen Zeitraum vom Priabonium bis tieferem Rupelium. An der Basis sind Sande aufgeschlossen, die am Top ein geringmächtiges Braunkohleflöz enthalten (Flöz Bruckdorf, SPP18u). Unter dem Flöz ist ein Horizont mit mächtigen Einkieselungen („Tertiärquarzit“) entwickelt. Über dem Flöz beginnt ein neuer Zyklus mit Ichnofaunen führenden Sanden (*Ophiomorpha*). Er enthält einen kohligem Horizont (SPP 18o), der mit dem Flöz Schkeuditz parallelisiert wird. Die ganze Abfolge endet am Top mit einem weiteren Flözhorizont (entspricht Flöz Zöschen, SPP 19). Der nächste Zyklus darüber beginnt mit Sanden (mit *Ophiomorpha*) und endet mit einem weiteren Flöz (Hallesches Oberflöz, entspricht Flöz Lochau, SPP20). Darauf folgt marines Unteroligo-



Abb. 28: Fiktion des Petersbergs als unteroligozäne Insel.

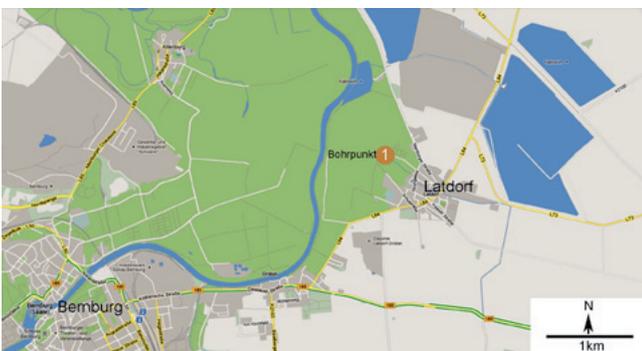


Abb. 29: Lage des Bohrplatzes Latdorf bei Bernburg.

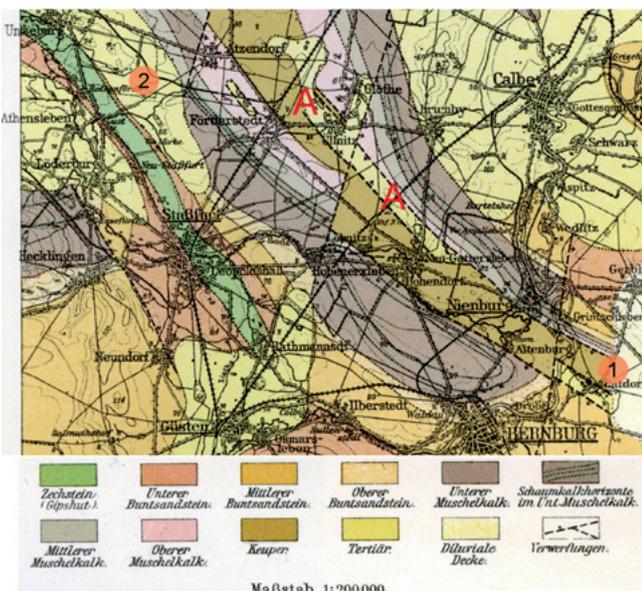


Abb. 30: Ausschnitt der alten geologischen Karte mit Lage des Bohrplatzes Latdorf (1) und der Kiesgrube Atzendorf (2). Der kleine Graben bei Latdorf wird oft als Verlängerung des Üllnitzer Grabens (A) interpretiert.

zän, zunächst mächtigere Sande mit Ichnofauna, dann die ersten Meter Rupelton (derzeit nicht aufgeschlossen).

Das Profil am Fuchsberg bietet einen sehr schönen Einstieg in das ästuarine Priabonium bis basale Rupelium

der Gegend um Halle und einigen Diskussionsstoff im Zusammenhang mit den Profilen von Amsdorf und Latdorf:

- Reichweite mariner Transgressionen im Priabonium und basalen Rupelium.
- marines Latdorf bei Halle/Saale
- Vergleich zur Profilentwicklung des Eozän/Oligozän-Grenzbereichs im Tagebau Amsdorf.

Punkt 2: Rhyolithkuppe am Steinbruch Löbejün

Der Punkt 2 der Exkursion gewährt (bei klarem Wetter) einen hervorragenden Blick auf die Beckenlage der Subherzynyen Mulde. Von hier aus kann man sich in die Landschaft vor 40 bis 25 MA vor heute zurückversetzen. Den Petersberg im Rücken, mit 250,4 m Höhe ü. NN die höchste Erhebung des halleschen Rhyolithkomplexes, schaut man in Richtung Bernburg-Latdorf (Latdorf 77 m ü. NN, Saaleaue noch etwas tiefer). Das sind erhebliche Reliefunterschiede, auch wenn man tektonische Bewegungen und damit die relative Höhenlage der Halle-Hettstädter Gebirgsbrücke schwer kalkulieren kann. In der Subherzynyen Mulde jedenfalls ist das Unteroligozän durchweg marin ausgebildet, während hangaufwärts in die Rhyolithkuppenlandschaft eine Verzahnung mit marginalmarinen bis ästuarinen Sedimenten erfolgt (Zörbig-Formation) - ein Beispiel für die paläogeographische Wirksamkeit der markanten Geländestufe. Die Rhyolithkuppenlandschaft Richtung Süden und Südosten bildete zeitweise eine Insellandschaft, Zeugenberglandschaft oder submarines Schwellengebiet. Leider hat das pleistozäne Eis wohl sämtliche Lockergesteine um die Kuppen entfernt, so dass bis jetzt keine Reste oligozäner Felslitorale gefunden wurden. Bezüglich des Petersbergs wurde früher die Ausbildung einer oligozänen Abrasionsplatte diskutiert (Insellage wie in Abb. 28 illustriert). Besondere Punkte von Interesse:

- Auswirkung der Geländemorphologie auf fazielle Entwicklung der Paläogens im anhaltinischen Raum.
- Halle-Hettstädter Gebirgsbrücke als paläogeographisches Element im Paläogen Mitteldeutschlands.
- Anhaltiner Buchten und Paschlebener Vorsprung in der Paläogeographie.
- Salztektonik und Folgen: Randsenken an Salzstrukturen und deren paläogene Sedimentfüllungen.

Punkt 3: Bohrplatz Latdorf

Der Bohrplatz Latdorf (Abb. 30) liegt nordwestlich von Latdorf am Rande eines Hochkippenlandes auf dem Gebiet der alten Grube „Carl“. Die Grube Carl war in der Mitte des 19. Jahrhunderts in Betrieb und förderte Braunkohle aus einem bis 36 m mächtigen Flöz. In einer Grabensituation an einer Störung (im Untergrund grenzt Buntsandstein direkt an Keuper, kein Muschelkalk vorhanden, Abb. 31) wurde die paläogene Schichtenfolge unter das quartäre Erosionsniveau abgesenkt. Über der Kohle wurden von den Rändern her eingeschüttete helle Sande beobachtet (Abb. 32), darüber maximal um 4 m mächtige, dunkelgrünlichgraue Sande mit der berühmten reichen Latdorf-Fauna (Abb. 32 u. 33). Nach oben



Abb. 27: Punkt 2 (Aussichtspunkt) bei Löbejün

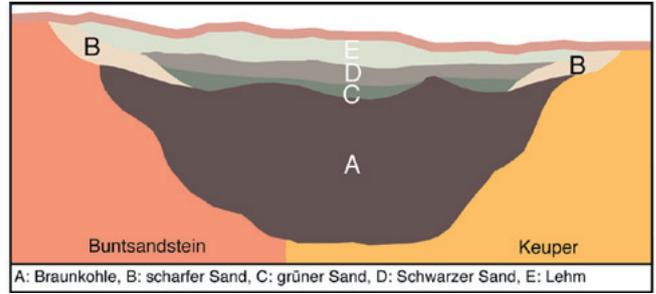


Abb. 31: Rekonstruktion eines Schnittes durch die Grube „Carl.“ Nach v. ALBERT (1865) und v. KOENEN (1889).

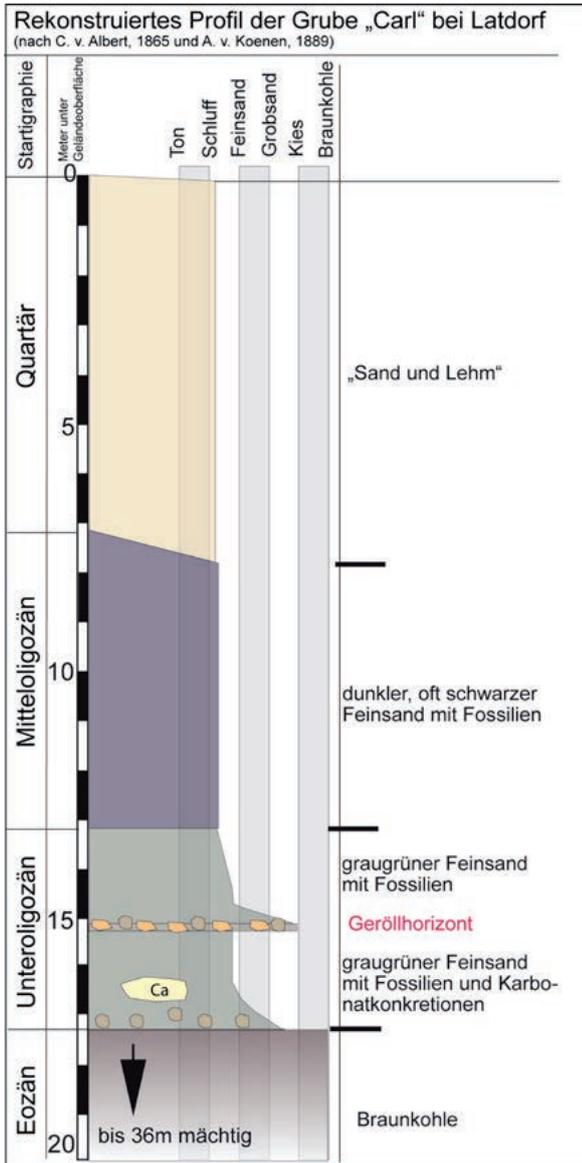


Abb. 32: Nach Angaben von v. ALBERT, 1865 und v. KOENEN, 1889 rekonstruiertes Profil der Grube Carl mit Deckschichten über der mächtigen Braunkohle. Stratigraphie im damaligen Sinne (BEYRICH'sche Gliederung). Bemerkenswert sind der Geröllhorizont sowie karbonatische Verfestigungen im unteren Profilbereich.

setzt das Profil mit schwarzgrauen Sanden (Rupelbasis) fort, in denen v. Koenen seinerzeit seltene, aber interessante Mollusken fand (u.a. große Turrinen, v. KOENEN, 1868 u. 1889). Mehr als diese hier nachgezeichneten Informationen kann man kaum noch in der alten Literatur ausfindig machen. Im Zusammenhang mit den aktuellen

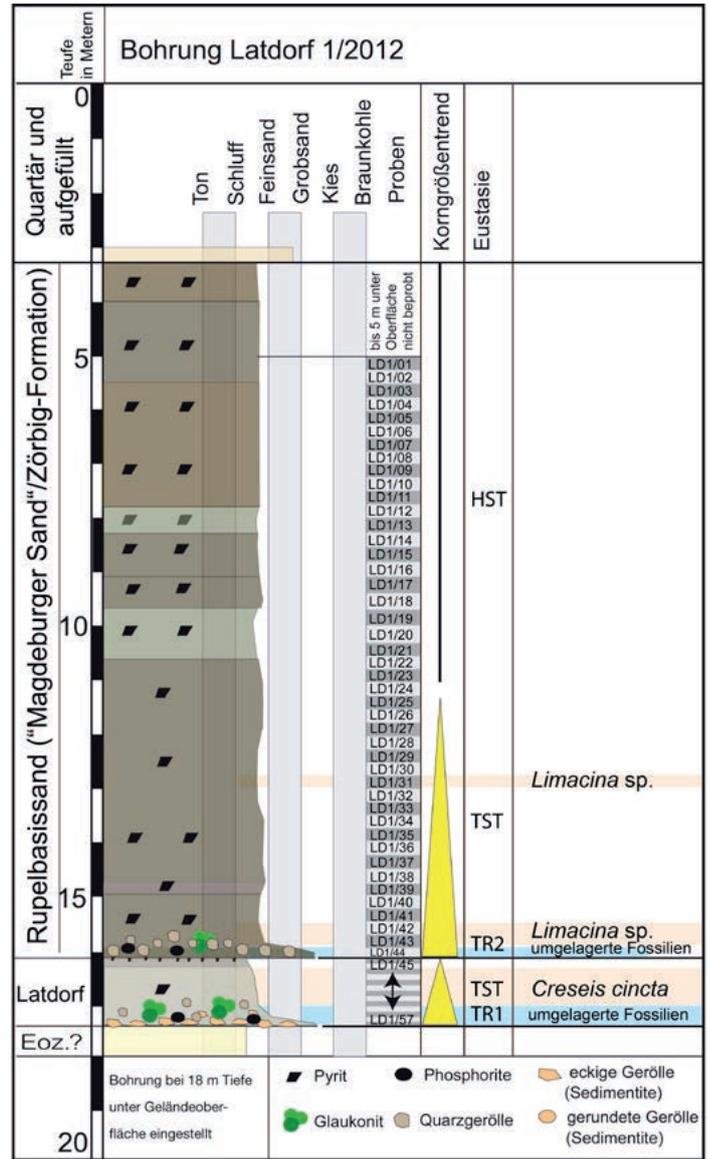


Abb. 33: Profil der Bohrung Latdorf 1/2012 mit Pteropodenhorizonten.

Bohrungen liefern sie aber wichtige Hinweise zu stratigraphischen Korrelationsmöglichkeiten.

Im Sommer 2012 konnten dank des Sponsorings der Landsberg Bohrgesellschaft mbH (Landsberg bei Halle/Saale) drei Bohrungen bei Latdorf abgeteuft werden. Sie befinden sich dicht am Gelände der alten Grube Carl (heute begrüntes Hochkippengelände). Bohrung 1 wurde mit Ausnahme der oberen 5 m komplett gekernt. Bei

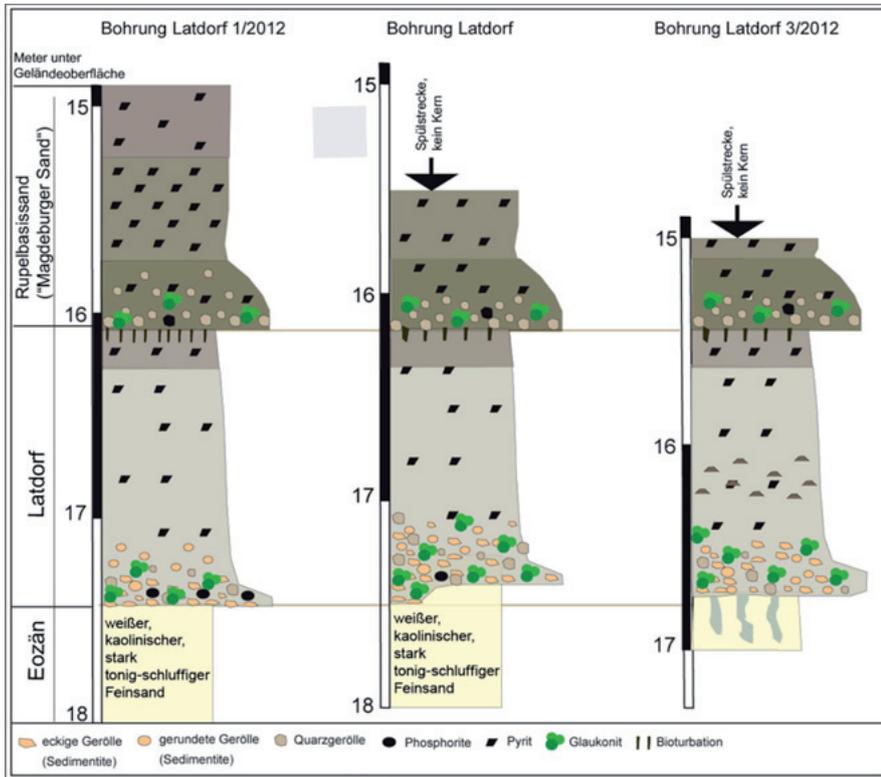


Abb. 34: Profile des Latdorf-Bereichs der Bohrungen Latdorf 1-3/2012. Obwohl die Bohrungen nur etwa 1 m auseinander liegen, zeigen sie eine deutliche Differenzierung. Bohrung 2 traf eine Auskolkung in den Liegendschichten an, bei Bohrung 3 wurden tiefe, kräftige Grabgänge in den Liegendschichten beobachtet. Im mittleren Latdorfintervall von Bohrung 3 waren zudem Feinschille vorhanden, die eine besonders hohe Konzentration von Kleinmollusken aufwiesen.

entspricht. Die hellen Sande enthalten von der Basis an eine reiche Latdorf-Fauna mit Unmengen perfekt erhaltener Kleinmollusken, Nummuliten u.a. Foraminiferen, Brachiopoden, Bryozoen, Ostracoden, Selachierzähne, Fischotolithen u.a. Gruppen. Das voluminmäßig begrenzte Kernmaterial hat eine erstaunliche Fülle von Fossilien geliefert. Inzwischen liegt eine Nannoplankton-Datierung vor (NP21, Martini, pers. comm.). Von besonderem Interesse für

den folgenden Bohrungen wurden nur die unteren 2 m als Kernbohrung ausgelegt (Latdorf-Intervall und Rupelbasis). Da von der etwas abschüssigen Oberfläche aus gemessen wurde, erklären sich die abweichenden Teufen in den Bohrungen (Abb. 35). Die Schichtmächtigkeiten differieren nur minimal.

Die Bohrungen selbst haben eine reduzierte Latdorf-Abfolge (um 1,3-1,4 m mächtig) unter den schwarzgrauen Rupelbasissanden angetroffen. Sie liegen nach den Altunterlagen sicher auf der nordöstlichen Schulter des Latdorfer Grabens (Hochlage). Sowohl Latdorf- als auch Rupelbasis beginnen mit geröllreichen Transgressionslagen mit umgelagerten Fossilien, sind also durch einen kräftigen Hiatus vom jeweils Liegenden getrennt. Im Geröllmaterial der Latdorfbasis kommen nicht selten Kalksandsteine (karbonatisch verkittete Sande) mit Glaukonit und Latdorf-Fossilien vor - ein Hinweis für umgelagertes Material. Durch Bioturbation von der Rupelbasis aus ist der Grenzbereich Latdorf-Rupel sekundär etwas unscharf (ca. 10-15 cm).

In allen drei Bohrungen transgrediert Latdorf auf einen nahezu weißen, etwas kaolinischen und schluffig-tonigen Feinsand, der sicher mit Schicht B im historischen Schnitt (Abb. 32) zu korrelieren ist und dessen Alter vorerst unsicher bleibt - vermutlich Eozän unklarer Position, wie auch das Flöz selbst. Vermutlich handelt es sich um Eintrag aus einer Verwitterungsdecke benachbarter Triashochlagen (Buntsandstein/Keuper). Die Transgressionsfläche zeigt teilweise deutliche Auskolkungen.

Aus der groben Transgressionsbasis geht das Sediment in helle, etwas schluffige Feinsande mit perfekt erhaltener, reicher Fauna über. Ganz oben, in den letzten 15-20 cm, ist ein Übergang in einen dunkleren, etwas bindigeren und pyritreicheren Feinsand zu beobachten - eine Fazies, die der von v. KOENEN (1889) allgemein beobachteten

eine genaue Korrelation mit der Silberberg-Formation von Atzendorf sind die Pteropoden. Neben *Heliconoides dilatata* (v. KOENEN, 1892) sind zahlreiche Exemplare von *Creseis cincta* v. KOENEN, 1892 gefunden worden (Parallelisierungsmöglichkeiten mit den *Creseis*-Niveaus von Atzendorf).

Die dunkleren Partien im Hangenden enthalten auch weiterhin zahlreiche Fossilien. Deren Erhaltung leidet zuweilen aber schon an Pyritimprägnationen, welche schon von v. KOENEN (1889) als störend oder (bei Anwitterung) als Erhaltungsproblem angemerkt hat.

Der Charakter der Fauna ist eine Mischfauna unterschiedlicher Substratbindung. Neben den verbreiteten Sandbodenbewohnern kommen typische Bewohner fester Untergründe zahlreich vor, darunter vor allem diverse Bryozoen, Brachiopoden (*Lacazella*, *Argyrotheca* u.a.) sowie Fissurelliden (*Emarginula*, *Puncturella*) und diverse Vermetiden. Vermutlich sind sie von Hochlagen (Besiedlungen von Triasuntergründen) über Suspensionsströme eingetragen worden. Das erklärt die wechselhafte Fossilführung, worauf v. KOENEN (1889) bereits hingewiesen hat. Insgesamt ist die Fauna eine hoch diverse Warmwasserfauna des flachen Sublitorals (es ist ja real der basale, transgressive Teil der Parasequenz erhalten). Das unterscheidet das Latdorf-Material ganz erheblich vom Fossilmaterial von Atzendorf, welches mit Ausnahme der transgressiven Basisbereiche der beiden Zyklen dort eine Stillwasserfazies tieferen Wassers repräsentiert.

Der Rupelbasissand beginnt wieder mit einem Transgressionslag mit zahlreichen Geröllen bis um 2 cm Durchmesser (überwiegend Quarz) in feinsandiger Matrix. Darin kommen erste typische Rupelfossilien vor sowie umgelagerte Latdorffossilien (vor allem korrosionsbeständigere Bryozoen). Die Grenze ist auch durch Bioturbationen gekennzeichnet. Grabgänge, gefüllt mit

Rupelmaterial, reichen um 10 cm in die Latdorfoberfläche hinein. Schon 15 cm über der Grenze sind umgelagerte Latdorffossilien nicht mehr beobachtet worden. Die arme Rupelfauna enthält Fragmente großer Gastropoden, mit *Scalaspira (Vagantospira) multisulcata* (Nyst, 1845), *Fusiturris selysii* (de Koninck, 1837) und *Fissidentalium* sp. als bestimmbare Taxa (weitere lassen sich sicher mit etwas mehr Aufwand noch identifizieren). Einige Pteropoden (*Limacina* sp.) beanspruchen besonderes Interesse. Die Exemplare sind mit einer Manuskriptart von TEMBROCK am besten vergleichbar (A.W. JANSSEN, pers. comm.), die ebenfalls von Latdorf stammen soll (!). Das ist aber noch im Bearbeitungsprozess.

Nach oben hin enthält der Rupelbasissand nur wenige, aber interessante Fossilien, darunter ein weiteres Vorkommen der erwähnten *Limacina* in Probe 31 (Bei 13 m unter Geländeoberfläche, siehe Abb. 33) sowie von Fischotolithen: *Phycis magdeburgensis* MÜLLER & ROSENBERG, 2000 und *Paratrisopterus* sp., beide typisch für den „Magdeburger Sand“ sowie den oberen Zyklus von Mammendorf. Eine Nannoplanktonuntersuchung von MARTINI (pers. comm.) hat kein verwertbares Nannoplankton ergeben, NP22 ist aber sehr wahrscheinlich. In diesem Jahr werden weitere Versuche unternommen, ein Profil in Grabenposition zu gewinnen.

Die Bohrungen mit ihrer Fülle von Latdorf-Fossilien ermöglichen nun erste authentische Untersuchungen des wichtigen Profils an der alten Typus-/Referenzlokalität. Und wenn noch ein Profil in Graben-/Beckenposition erbohrt werden kann, dürften alle Unsicherheiten an diesem Platz beseitigt sein. Aus dem gegenwärtigen Bearbeitungsstand lassen sich schon eine ganze Reihe interessanter Punkte ableiten:

- Tragfähigkeit der Pteropodenstratigraphie.
- Heterogene Mischfaunen und fazielle Differenzierung der Umgebung (Weichbodenfaunen versus Hartbodenfaunen).
- Mehrphasigkeit (Parasequenzen) der Latdorf-Transgression und Sequenzstratigraphie.
- Umfang der Hiati (Schichtlücken) an den Grenzen von Sequenzgrenzen/Parasequenzen.

Neben den biostratigraphischen und sequenzstratigraphischen Themen ist die Fossilkollektion selbst von hohem Wert. Die perfekte Erhaltung ermöglicht rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen, beispielsweise von Protoconchen der zahlreichen Kleingastropoden. In manchen Fällen kann verloren gegangenes Material ersetzt und neu typisiert werden. Beispiel: Das einzige Exemplar von *Puncturella perpunctata* v. KOENEN, 1892 ist nach Autor beim Manipulieren zum Zeichnen zerbrochen und verloren gegangen. Im Kern der Bohrung 3 fanden sich etwa ein Dutzend gut erhaltene Exemplare sowie eine Anzahl defekter Individuen. Es ist also genügend topo- und stratotypisches Material vorhanden, daraus einen Neotypus zu bestimmen sowie eine Serie von Paratypen beizugeben. Ähnliches wird vielleicht auch für andere Arten noch zutreffen, wenn die Arbeiten tiefer ins Detail gehen und evaluiert werden muss, was vom Originalmaterial v. Koenens von Latdorf noch vorhanden ist.

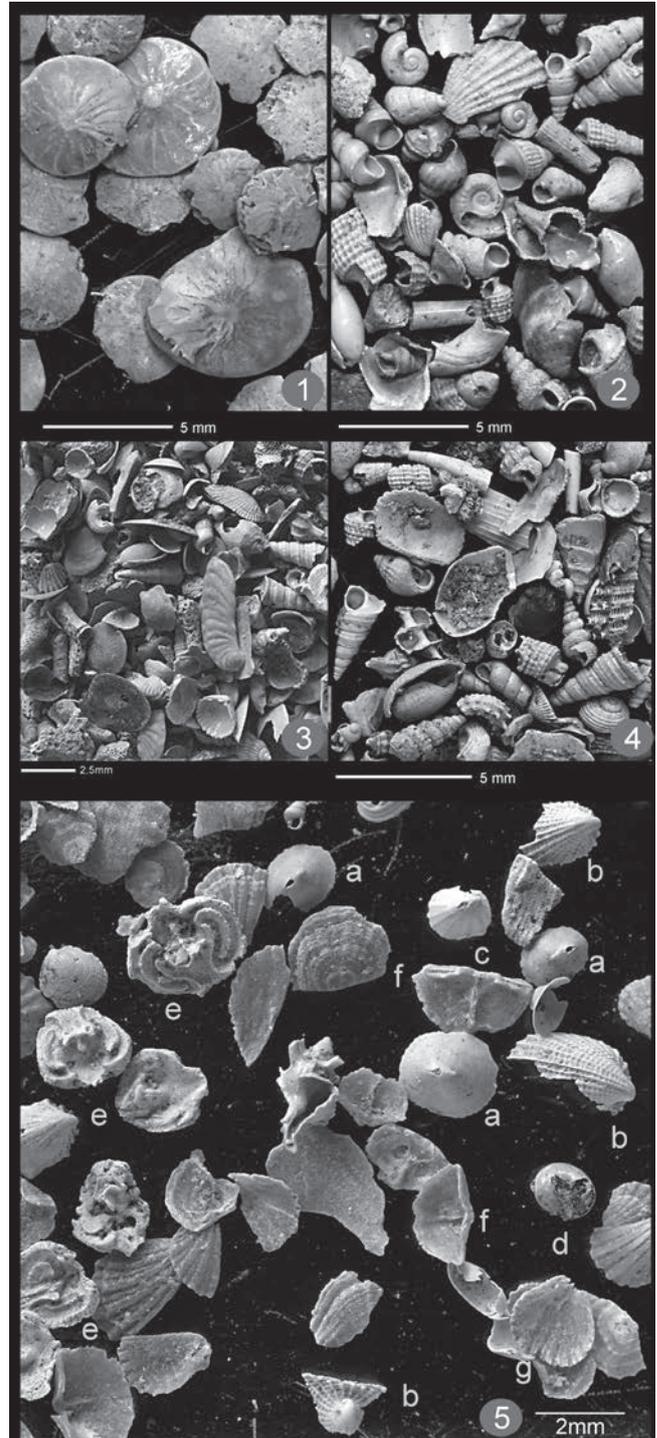
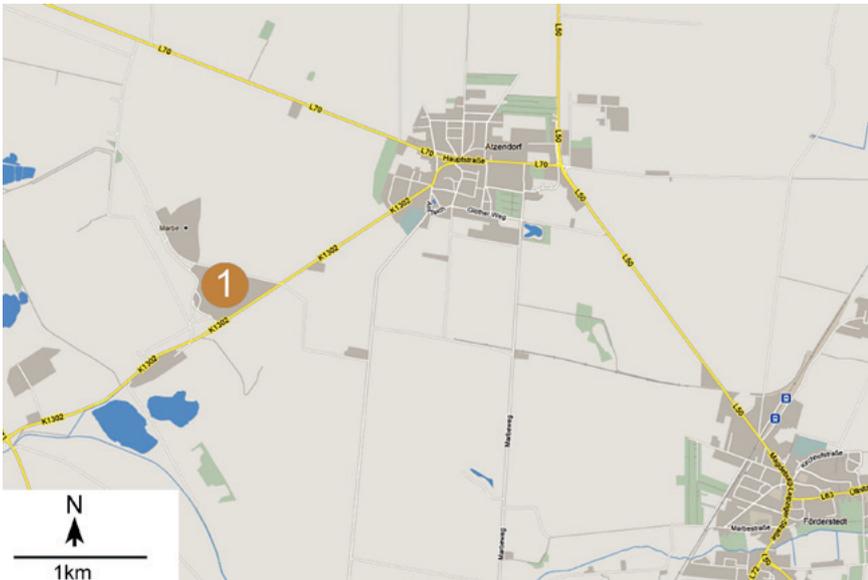


Abb. 35: Fossilien aus den Latdorf-Schichten der Bohrungen 2012. 1: Nummuliten aus dem Basisbereich von Bohrung 1, 2: 2-4: Kleinschnecken u. a. Fossilgruppen aus Bohrung 3, 5: Teil einer besonderen Probe aus dem mittleren Profilverlauf von Bohrung 3: a: *Puncturella perpunctata* v. KOENEN, 1892; b: *Emarginula scrobiculata* v. KOENEN, 1892, c: *Puncturella delicatula* v. KOENEN, 1892; d: *Heliconoides dilatata* (v. KOENEN, 1892); e: *Lacazella* ex gr. *mediterranea* (Risso, 1826); f: *Argyrotheca lunula* (v. KOENEN, 1894); g: *Rhynchonellopsis nysti* (BOSQUET).

Punkt 4: Kiesgrube SW Atzendorf

Die Kiesgrube Atzendorf liegt am Nordostrand der Egelner Nordmulde, einer schmalen, langgestreckten Struktur, welche durch Salzabwanderung in den Oschersleben-Egelner-Stassfurter Sattel entstanden ist



(Abb. 14). Die Südmulde am Salzsattel ist wesentlich breiter (asymmetrischer Bau). Das Gebiet wird von mehreren SW-NE streichenden Störungen durchzogen, von denen die Athenslebener Störung unmittelbar östlich an das Aufschlussgebiet grenzt. Ein erheblicher vertikaler Versatz an dieser Störung führt zu einer interessanten Situation: Während in der Kiesgrube an der Straße (K1302) mächtige pleistozäne Bodeschotter die Silberberg-Formation überlagern, welche ihrerseits auf Untereozän transgrediert, kommt nur wenige 100 m östlich der Straße U. Muschelkalk an die Oberfläche. Inwieweit schon vor über 30 Ma



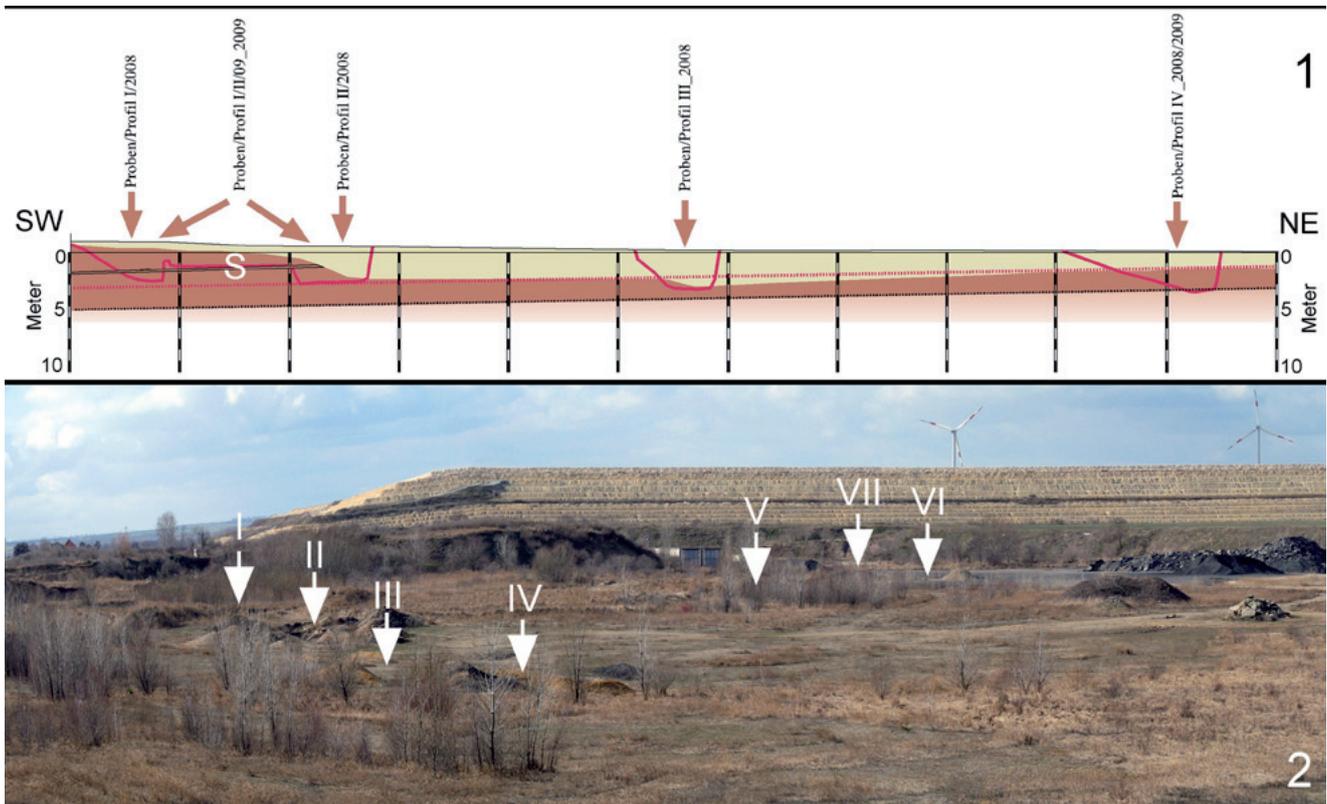
Abb. 36: Karte der Umgebung von Förderstedt-Atzendorf mit Lage des Aufschlusses.

Abb. 37: Umgebung der Kiesgrube mit Bereich der Grabungen, 2: Hochkippe (Spülkippe), 3: alte Gebäude Schacht 6 (Marbe), 4: Gebäudekomplex des Kieswerkes, 5: Tagesbruch (Alter Braunkohlentiefbau), 6: Muschelkalkhochlage (U. Muschelkalk) mit altem Steinbruchgelände (aus MÜLLER et al., im Druck).

Abb. 38: Schnitt und Schürfe im Gelände der aufgelassenen Kiesgrube (aus MÜLLER et al., im Druck).

38/1: Schnitt (Schnittspur Schürfe I bis IV) mit Rekonstruktion der Oberfläche des Latdorf-Schluffes (braun) unter den pleistozänen Bodeschottern (gelb). Aus der Lage von Leithorizonten (z.B. des Sandes an der Basis des zweiten Latdorf-Zyklus' – im Bild mit „S“ markiert) konnte das Einfallen der Schichten nach Südwesten recht genau ermittelt werden.

38/2: Blick vom nordwestlichen Grubenrand auf das Gelände mit Position der Schürfe I bis VII.



erhebliche Niveauunterschiede bestanden (und damit natürlich ein entsprechendes Relief), ist bei der Dynamik der Halokinese vorerst schwer abzuschätzen. Dass es aber schon damals in der Umgebung exponierte Hochlagen gegeben haben muss, ist nach faunistischem Befund ziemlich sicher. Damit ist zunächst der geologische Rahmen in der engeren Umgebung abgesteckt.

Bereits Anfang der 90er Jahre wurde in der Kiesgrube ein Schlammteich zur Kieswäsche in der Silberberg-Formation angelegt. Das Material wurde auf eine Kippe verfrachtet, aus der Material für erste Untersuchungen entnommen werden konnte (MÜLLER & ROSENBERG, 2000), leider natürlich nicht horizontal. 2008 ermöglichte die Betreiberfirma eine große Grabung im inzwischen stillgelegten Grubenteil und stellte dafür schweres Gerät (Bagger und Radlader) zur Verfügung. Im Sommer 2008 wurde mit den Grabungen begonnen, die bis 2010 fortgesetzt wurden. Mit sieben Schürfen wurde in den mit etwa 3-5° nach SW einfallenden Schichten ein Profil von 10,5 m Gesamtmächtigkeit erschlossen, dessen untere knapp 8 m lückenlos sind, während oben (wegen Wassereintrüben in Schürfen VI und VII) Lücken vorhanden sind. Das Profil reicht von der Basis der Silberberg-Formation bis in den Bereich des Beginns regressiver Tendenzen ab etwa 7 m über der Basis. Nach Altbohrungen in der Umgebung sind das etwas über 2/3 der hier zu erwartenden Gesamtmächtigkeit von 16-17 m. In Gebieten mit hoher Subsidenzrate (Muldenkerne) und höherer Sedimentationsrate kann die Mächtigkeit auch auf maximal um 25 m anschwellen.

Die Schichtenfolge beginnt mit einem um 20-25 cm mächtigen Transgressionskies (heller Fein- bis Mittelkies), der diskordant auf untereozäne, milchbraune Sande folgt (Palynomorphendatierung von BLUMENSTENGEL, noch unpubl.). Er enthält ausschließlich umgelagerte und meist stark abgeschliffene und polierte Haizähne. Neben nicht näher bestimmbar Odontaspidae wurden gut erhaltene Zähne von *Macrorhizodus praecursor* (LERICHE, 1904) gefunden, einer charakteristischen eozänen Art. Sie können aus aufgearbeiteten marinen Sanden der Gehlberg-Formation stammen.

Der reine Kies geht schnell in einen schlecht sortierten, sandigen Schluff von schwarzbrauner Farbe über. Dessen untere etwa 0,6 m enthalten noch recht zahlreiche Gerölle, oft nesterartig angereichert, und eine deutliche Grobsand-Komponente. Der Grobkornanteil nimmt aber nach oben rasch ab. Ferner sind in diesem Bereich umgelagerte Braunkohlebrocken und größere Xylite anzutreffen, in Einzelfällen sind sogar Kohlebrocken/Xylite mit über 20 cm Durchmesser beobachtet worden. Die Größe der Kohlegerölle nimmt nach oben ebenfalls schnell ab. Schon kurz über dem Transgressionskies, der keine karbonatischen Fossilien enthält, setzt eine reichere Fossilführung ein (Foraminiferen, Korallen, Brachiopoden, Mollusken, Fischotolithen u.a.), ebenso sind häufiger Pyritaggregate zu finden.

Im nächsten Abschnitt fehlen grobe Sedimentkomponenten nahezu völlig. Das Sediment entwickelt sich rasch zu einem schwarzbraunen, etwas feinsandigen und stärker tonigen Schluff. Unten kommen größere

Mollusken noch häufiger vor. Nach oben nimmt deren Häufigkeit deutlich ab - dafür treten nun vermehrt vollständig erhaltene, pyritisierte Schwämme sowie grobkristalline (framboidale) Pyritaggregate auf. Diese recht einheitliche Lithologie reicht bis etwa 2,8 m über der Basis. Danach nimmt der Grobkornanteil wieder etwas zu und pyritisierte Schwämme werden seltener. Auch im Faunenspektrum ändert sich einiges, beispielsweise ein spürbarer Rückgang der Häufigkeit von Pteropoden (*Limacina/Heliconoides*).

Bei etwa 3,3 m über der Basis ist die erste Serie durch transgressive grobe Sande (grobsandiger Mittelsand mit einigen Feinkiesen) gekappt. Dieser Sand leitet den nächsten Zyklus ein. Er ist um 0,25-0,40 m mächtig (durchschnittlich um 0,3 m), stark glaukonitisch und intensiv grün. Der Sand kann insgesamt als fossilreich gelten, der Fossilinhalt ist aber nicht gleichmäßig verteilt: Bereiche mit Fossilanreicherungen wechseln mit deutlich ärmeren Partien. Die Fossilien selbst zeigen unterschiedliche Erhaltung. Einerseits sind zahlreiche geradezu außergewöhnlich gut erhaltene Mollusken und andere Fossilien vorhanden (isotope Komponente), andererseits kommen in wechselnden Anteilen auch stark korrodierte und abgerollte Fossilien vor. Der Grünsand enthält lokal auch häufiger bis um 10 cm große, unregelmäßig-plattige Markasitkonkretionen sowie einige braune Ton-Schluff-Gerölle, die dem unterlagernden Schluff der unteren Serie gleichen (Umlagerung).

Der Übergang in den nachfolgenden Profilabschnitt ist nicht scharf. Der Sand geht in einen zunächst noch grünlichen, glaukonitreicheren und stark schluffigen Sand bis sandigen Schluff über, der noch zahlreiche Grünsandnester enthält. Unter weiterer Korngrößenabnahme entwickelt sich aber rasch ein Paket brauner bis grünlichbrauner, abnehmend sandiger und zunehmend toniger Schluffe mit reicher Molluskenfauna. Schließlich geht daraus, unter Zunahme der Tonfraktion, ein brauner, kompakter und stärker toniger Schluff hervor. Die höchsten Tongehalte liegen zwischen etwa 5 und 6 m über der Basis. Dann wird der Feinsand-Schluff-Anteil wieder höher, zunächst langsam, in oberen Bereich (Schürfe VI und VII) dann deutlicher.

Zwischen 5 und 7 m über der Basis liegen drei Niveaus, in denen sich der Farbton von Braun zu einem olivgrünlichen Grundton ändert. Die Farbgrenzen sind wegen der Bioturbation sehr undeutlich und verwaschen ausgebildet. Bei Antrocknung fallen diese Bereiche durch hellere Farbe auf ("Helle Horizonte" H1 - H3). Mit dem ersten hellen Horizont ändert sich auch die Fossilführung: Unter den Kleinmollusken beherrschen zahlreiche Individuen von *Ectinochilus* (Gastropoda, Strombidae) das Bild. Etwas später setzt in diesem Niveau unvermittelt die Pteropodenart *Creseis cincta* v. KOENEN, 1892 ein. Das plötzliche Einsetzen von *C. cincta* gipfelt innerhalb weniger Zentimeter umgehend im absoluten Häufigkeitsmaximum dieser Art im gesamten weiteren Profil. Aus diesem Grunde spielt das insgesamt nur um 0,35 m mächtige Intervall eine außerordentlich wichtige Rolle als Leithorizont. Man kann diesen Bereich von Profil zu Profil zentimetergenau korrelieren. *Creseis* kommt in mehre-



Abb. 39: Details aus den Schürfen I/II (aus MÜLLER et al., im Druck).

39/1: Schurf I in Gesamtansicht. Der Transgressionshorizont (T) und der Basissand (S) des zweiten Zyklus' ist wasserführend und führte zu sofortigem Wasseranstieg im Schurf, so dass vor Ort geschlämmt werden konnte (R. Leder bei der Arbeit). Der Creseis-Horizont (C) liegt am Top von Schurf I.

39/2: Profil von Schurf II mit dunklen, tonigen Schluffen unter dem Transgressionshorizont (T) des zweiten Zyklus'. Maßstab mit Dezimeterteilung.

39/3: Schurf I etwas später. Transgressionshorizont (T) und Basissand S der Atzendorf-Subformation sind bereits unter Wasser. Teile des Atzendorf-Schluffes darüber sind nachgebrochen. Im angetrock-

neten oberen Bereich tritt der stärker tonige Creseis-Horizont (C) etwas heller in Erscheinung. Im Verwitterungsprofil erscheint dieser Bereich massiv-blockig.

39/4: Übergangsbereich vom Transgressionshorizont (T) über den Basissand (S) in den basalen, stark sandigen Bereich des oberen Zyklus'. In diesem Bereich sind stark glaukonitische, intensiv grüne Sandlinsen und -schlieren sowie große, plattige Pyritkonkretionen charakteristisch. Maßstab 10 cm.

39/5: Der stark wasserführende Transgressionshorizont (Mittel- bis Grobsand) der Atzendorf-Subformation führt gespanntes Wasser und fließt im frischen Anschnitt sofort aus. Nach kurzer Zeit brechen die Schluffe darüber nach.

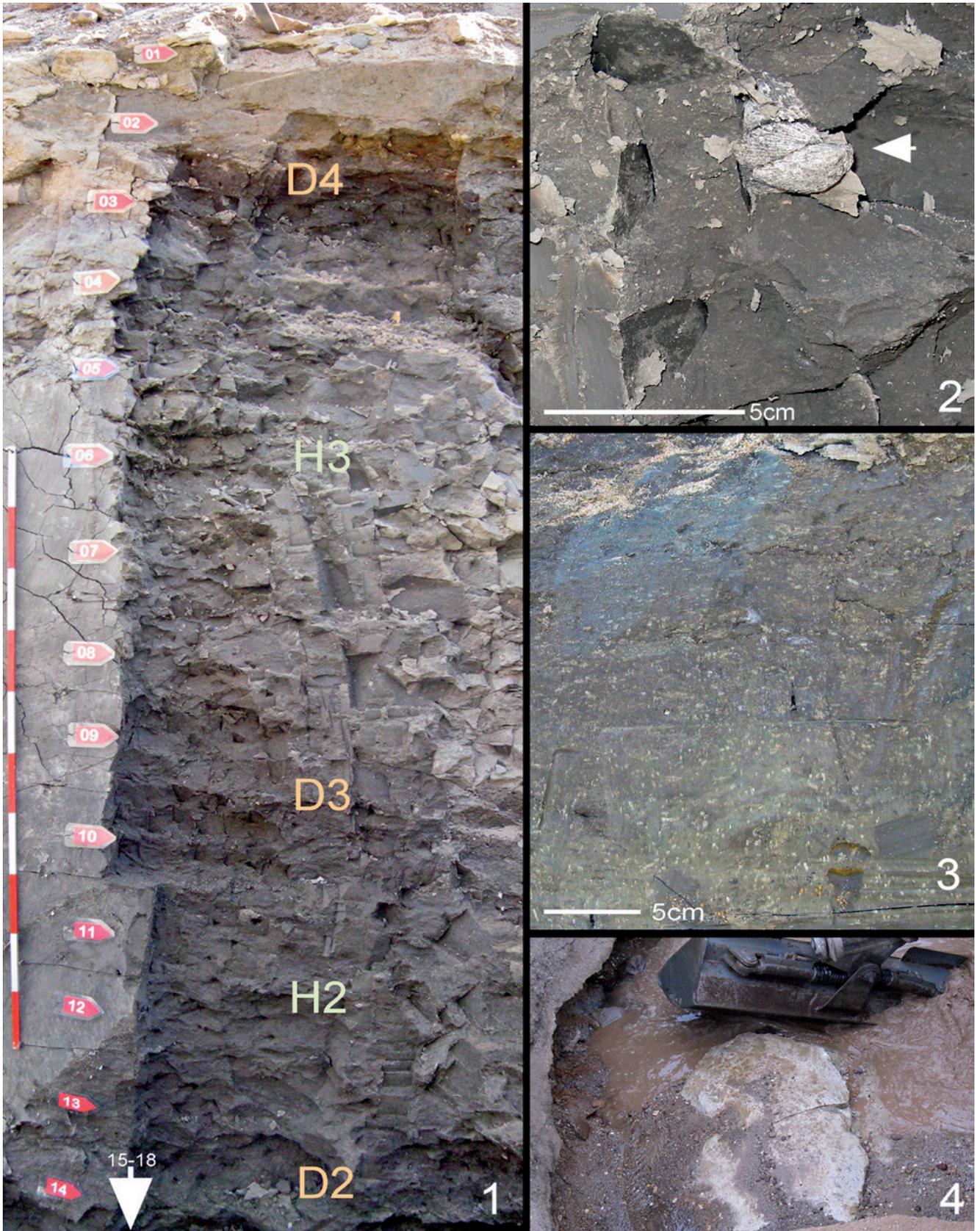


Abb. 40: Details aus den Profilen V und VI (aus MÜLLER et al., im Druck).

40/1: Mit Ausnahme der Basis komplettes Profil V mit Beprobungsintervallen. Deutlich ist der Wechsel von helleren (und grünlicheren) und dunkleren (braunerem) Horizonten zu erkennen (H und D).

40/2: Kompakter, toniger Schluff aus dem oberen dunklen Bereich (D4) mit *Pholadomya* (Pfeil).

40/3: Übergangsbereich von H3 in D4. Deutlich ist die unscharfe

Grenze zu sehen – statt dessen wolkige, durch Bioturbation verursachte Strukturen. Die hellen Punkte sind wenige Millimeter Durchmesser erreichende Anschnitte von annähernd horizontal verlaufenden Grabgängen.

40/4: Septarien-artige, flache Karbonatkonkretion am Top des Profils von Schurf VI. Deutlich ist der starke Wassereintrag aus den Bodenschottern schon während der Baggerarbeiten zu erkennen.

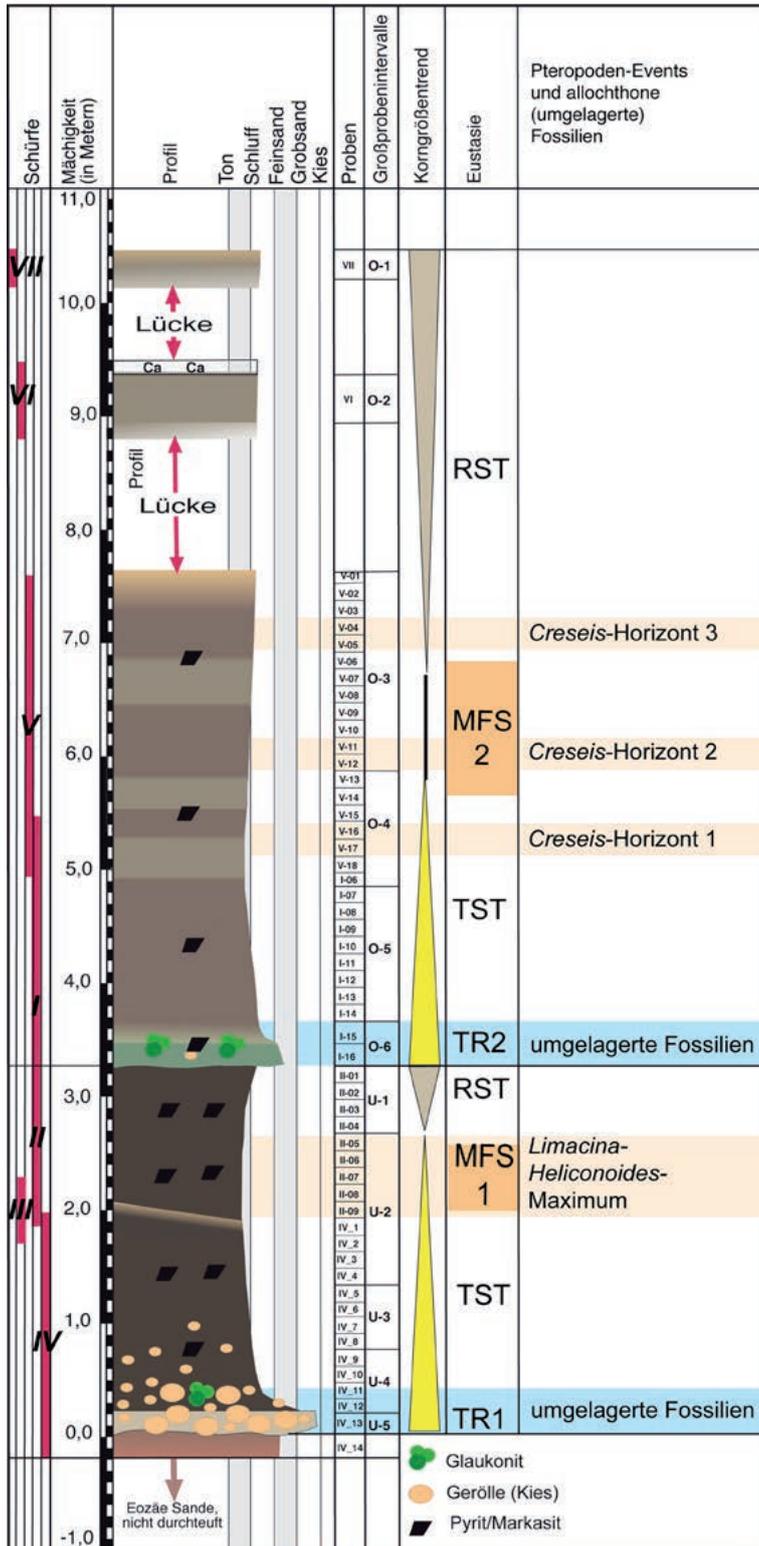


Abb. 41: Gesamtprofil mit Korngrößentrend, Eustasie und besonders häufigen Pteropodenvorkommen nach (aus MÜLLER et al., im Druck).

ren Niveaus weiter oben nochmals etwas häufiger vor. Allerdings erreichen diese Peaks bei weitem nicht wieder die Größenordnung des ersten *Creseis*-Horizontes (*Creseis*-Acme) und klingen nach oben aus.

Die beiden Schürfe VI und VII (Hangendbereich des Profils) sind noch während der Baggerarbeiten wegen zu starken Grundwasserzuflusses umgehend abgesoffen und konnten nicht vollendet und orientiert beprobt wer-

den. Immerhin stand jeweils aus einem 0,5-0,7 m mächtigem Intervall genügend Material für Großproben zur Verfügung, so dass die Sedimentbeschaffenheit und Fossilführung der jeweils hangenden ca. 0,5 m analysiert werden konnten.

In Schurf VI wurde zunächst eine feste, aber nicht durchgehende Karbonatplatte von 12-15 cm Mächtigkeit angetroffen. Unter der Karbonatbank folgen graubraune bis braune, deutlich sandigere und weniger tonige Schluffe als in Schurf V. Man kann also ein allmähliches "Versanden" des Schluffes zum Hangenden hin beobachten, zumal Schurf VII analoge Verhältnisse zeigte (weitere Versandung). Die Veränderungen im Sediment (Vergrößerung zum Hangenden) machten sich auch in der Fossilführung schon im Gelände bemerkbar. Großwüchsige Mollusken sind etwas häufiger als in den tieferen Profilabschnitten gefunden worden. In den Kleinfauen wird die Veränderung noch deutlicher.

Insgesamt ergeben die Schürfe VI und VII einen guten Eindruck von der Entwicklung des Latdorf-Schluffes zum Hangenden hin (regressive Entwicklung mit Trend zur allmählichen Versandung, damit verbundene Änderungen in den stärker substratabhängigen Fossilgruppen). Die Hangendgrenze wurde jedoch nicht erreicht, so dass die Grenze zu den transgressiven "Rupelbasissanden" nicht dokumentiert werden konnte.

Bisherige Bearbeitungen:

THEODOR, M. (2011): Foraminiferen (unveröff. Diplomarbeit, Univ. Hamburg)

MÜLLER et al. (im Druck): Das Latdorf-Profil von Atzendorf bei Stassfurt (Egelter Nordmulde, Sachsen-Anhalt, Deutschland).

BITNER & MÜLLER (in Prep.): Brachiopoda.

ZAGORSEK & MÜLLER (in Prep.): Bryozoa.

BLUMENSTENGEL (noch unpubl.): Palynomorphen

Fossilführung:

Das Profil zeigt insgesamt eine reiche Fossilführung, wobei einige Gruppen besonders reich vertreten sind:

Nannoplankton: durchweg NP21

Foraminiferen: reiche Benthosgesellschaften mit zahlreichen Warmwassertaxa sowie diverse Planktongemeinschaften. Die Foraminiferengesellschaften unterschiedlicher Profilabschnitte zeigen insgesamt eine stabile Zusammensetzung mit nur recht geringen Fluktuationen. Die grobkörnigen transgressiven Bereiche weichen davon ab.

Poriferen: allgemein sind pyritisierte Skleren (vor allem Monaxone) weit verbreitet. Im mittleren Bereich der ersten (unteren) Parase-

quenz sind auch komplett pyritisierte Schwämme nicht selten (überwiegend Lithistiden mit dermalen Monaxonen und komplexen Gerüsten).

Bryozoen: Dominanz cupuloider, vagiler Gruppen.

Brachiopoden: Massenvorkommen von *Orthothyris* und *Rhynchonellopsis*.

Mollusken: artenreichste Benthosgruppe, über 200 Taxa nach erstem Bearbeitungsstadium. Die Molluskengesellschaften zeigen eine deutliche Substratabhängigkeit: In den schluffig-tonigen Sedimenten vor allem kleine Protobranchier (*Nuculana*, *Saccella* u.a.), Corbuliden sowie zahlreiche Kleingastropoden (Cerithiopsidae, Eulimidae, Ringiculidae, Turbonillidae u. a.). Eine charakteristische und häufige Art ist *Scaliola mohrensterni* (SEMPER).

Unter den größeren Mollusken sind *Fissidentalium*, *Ectinochilus* und *Lentipecten* besonders häufig. Ansonsten zeigen die Molluskengemeinschaften den Typus „low density - high diversity“, wie er für feinkörnige Substrate im tieferen Wasser charakteristisch ist. Erst mit Hilfe von Großproben erfasst man dieses Spektrum genauer. Dann allerdings kommt geradezu eine unglaubliche Fülle von Arten zum Vorschein, wobei die Gastropoden bezüglich Diversität klar dominieren. Von den meisten Taxa hat man dann aber jeweils nur wenige Exemplare. Auf diesen Umstand verwies bereits v. KOENEN (1889).

Bezüglich der Fische steht ein großer Reichtum an Otolithen einer auffälligen Armut bei den Selachierzähnen gegenüber. Lediglich die Zähne von *Squalus alsaticus* (ANDREAE) sind regelmäßig gefunden worden. Zähne von *Carcharias* und *Notorhynchus* sind sehr selten. Dazu gesellen sich interessante Einzelfunde anderer Gruppen. Durch Otolithen repräsentierte Teleostier zeigen (bei hoher Diversität - über 60 Taxa) einen hohen Anteil von Warmwassergattungen: *Bregmaceros* (Einhorndorsche), *Apogon* (Kardinalfische), der Neobythitinae-Komplex (Brotulas) u.a. kommen in jüngeren Schichten nicht mehr vor. Die Dominanz des kleinen Einhorndorsches *Bregmaceros* ist augenfällig (pelagische Schwarmfische).

In den sandigen Basispartien der beiden Parasequenzen weicht das Faunenspektrum deutlich ab, wobei auch zwischen den beiden Basisbereichen Unterschiede bestehen. Über den Transgressionskiesen der ersten Parasequenz kommen vor allem *Pseudoneptunea* und *Pseudocominella* häufiger vor (beide früher bei Latdorf geradezu massenhaft gefunden). Auch Architectonicidae oder Cancellariidae sind hier häufiger als in anderen Profilabschnitten. Bei den Fischen sind Myripristidae (Soldatenfische, Erstnachweis im Nordseebecken) und der für Sandgrund charakteristische *Trachinus* zu nennen.

Die Glaukonitsande an der Basis der oberen Parasequenz enthalten viel umgelagertes und korrodiertes Ma-

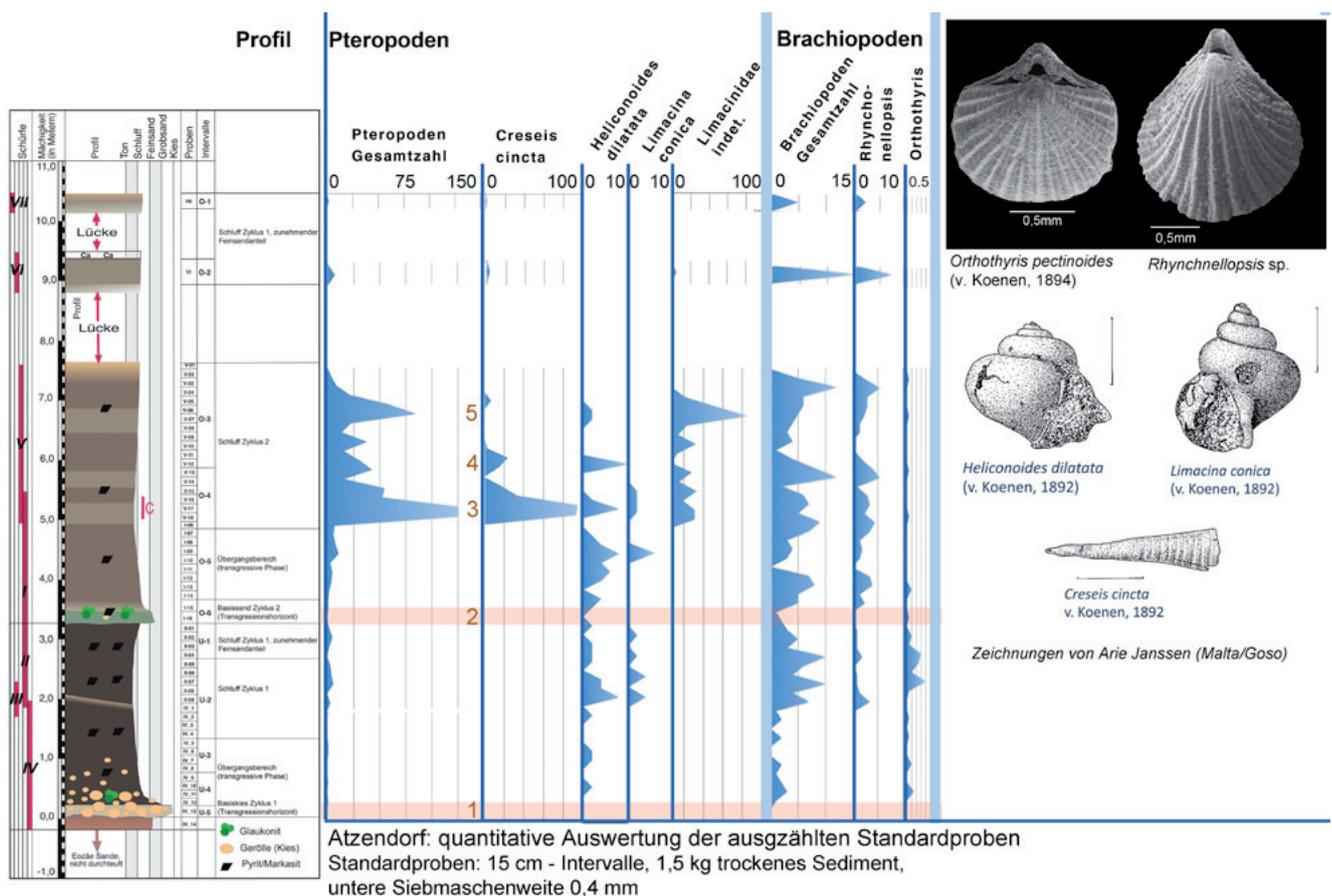


Abb. 42: Quantitative Auswertung der 15-cm-Proben für die Fossilgruppen Pteropoden und Brachiopoden (aus MÜLLER et al., im Druck). Die hellbraunen Balken 1-5 markieren wichtige faunistische Horizonte. 1: Transgressionskies des 1. Zyklus', karbonatfrei, umgelagerte Hai-zähne; 2: Basissand des 2. Zyklus' mit umgelagerter (allotoper) und

originärer (isotoper) Faunula - letztere ist eine spezielle Sandboden-Faunula; 3: *Creseis*-Horizont (*Creseis*-Acme); 4: nachlaufender zweiter *Creseis*-Peak; 5: Limacinen-Acme mit zahlreichen kleinen, stark verdrückten Limacinen.

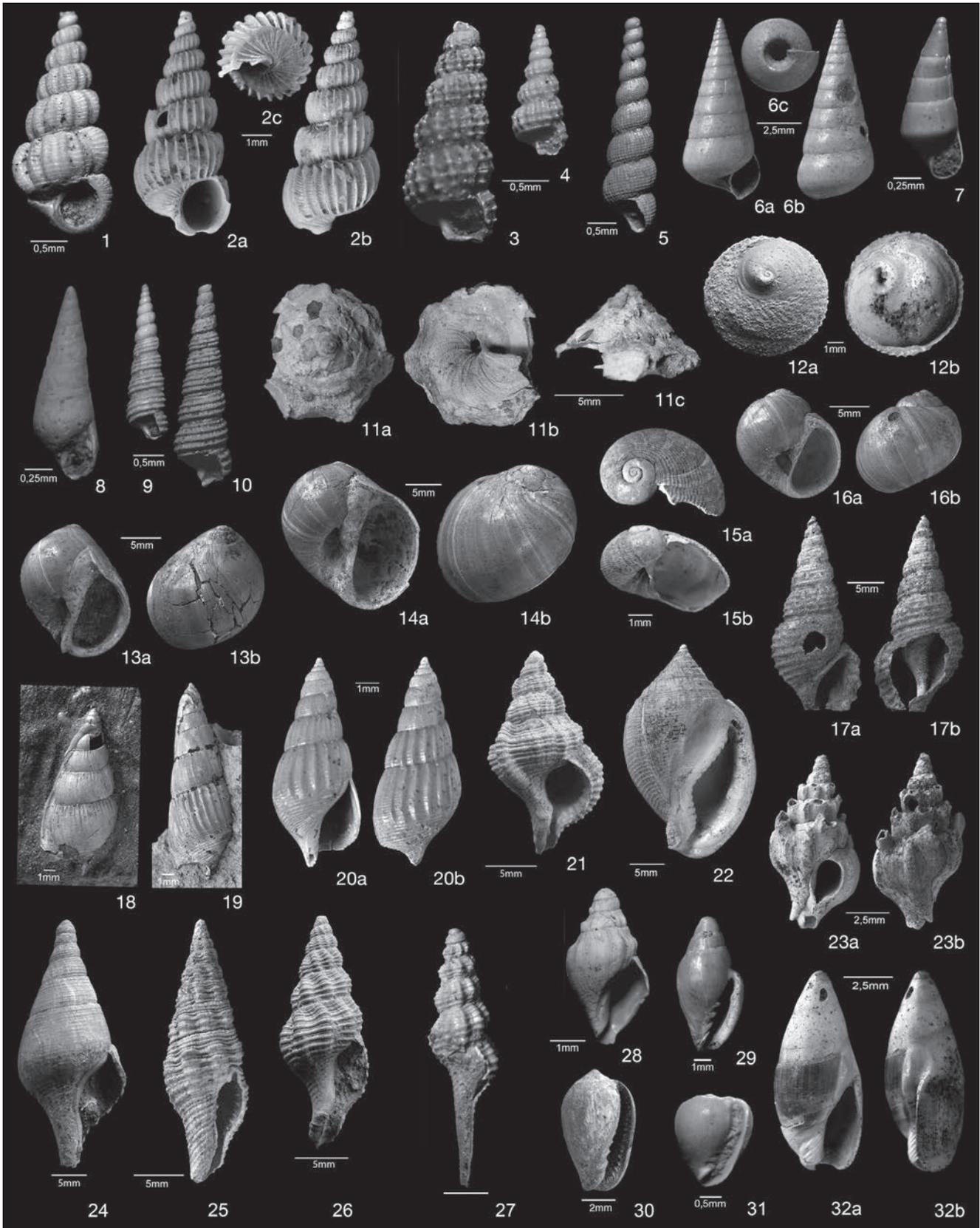


Abb. 43: Kleiner Ausschnitt aus einer überbordenden Diversität - Beispiel Gastropoden (Tafel aus MÜLLER et al., im Druck).

1: „*Scalaria*“ sp.; 2: „*Acrilla*“ *curta* v. KOENEN, 1891; 3-4: *Tenuiscalia* (*Cerithiscalia*) sp.; 5: *Aclis* (*Graphis*) *crinita* v. KOENEN, 1891; 6: *Niso* sp.; 7: *Balcis* sp.; 8: *Eulima* sp.; 9/10: *Cerithiopsis* sp.; 11: *Xenophora solida* v. KOENEN, 1867; 12: *Calyptrea striatella* (NYST, 1843); 13: *Euspira dilatata* (PHILIPPI, 1843); 14: *Sigatica hantoniensis* (PILKINGTON, 1804); 15: *Sigaretus rotundatus* v. KOENEN, 1891; 16: *Euspira achantensis* (Recluz); 17: *Rostellaria excelsa* (GIEBEL, 1864); 18/19: *Ectino-*

chilus planus (BEYRICH, 1854); 20: *Ectinochilus planus* (BEYRICH, 1854), juvenil; 21: *Sassia flandrica* (DE KONINCK, 1837; 22: *Sconsia ambigua* (SOLANDER IN BRANDER, 1766); 23: *Lyrotyphis schlotheimi* (BEYRICH, 1854); 24: *Clavilithes egregius* (BEYRICH, 1856); 25: *Dolicholairus funiculosus* (LAMARCK, 1803); 26: *Streptochetus hecticus* (v. KOENEN, 1889); 27: *Fusulculus nodulosa* (BEYRICH, 1854); 28: *Stazzania? intumescens* (v. KOENEN, 1890); 29: *Marginella brevis* v. KOENEN, 1890; 30: *Gibberula perovalis* (v. KOENEN, 1890); 31: *Marginella* (*Stazzania?*) sp.; 32: *Ancillus singularis* v. KOENEN, 1886.

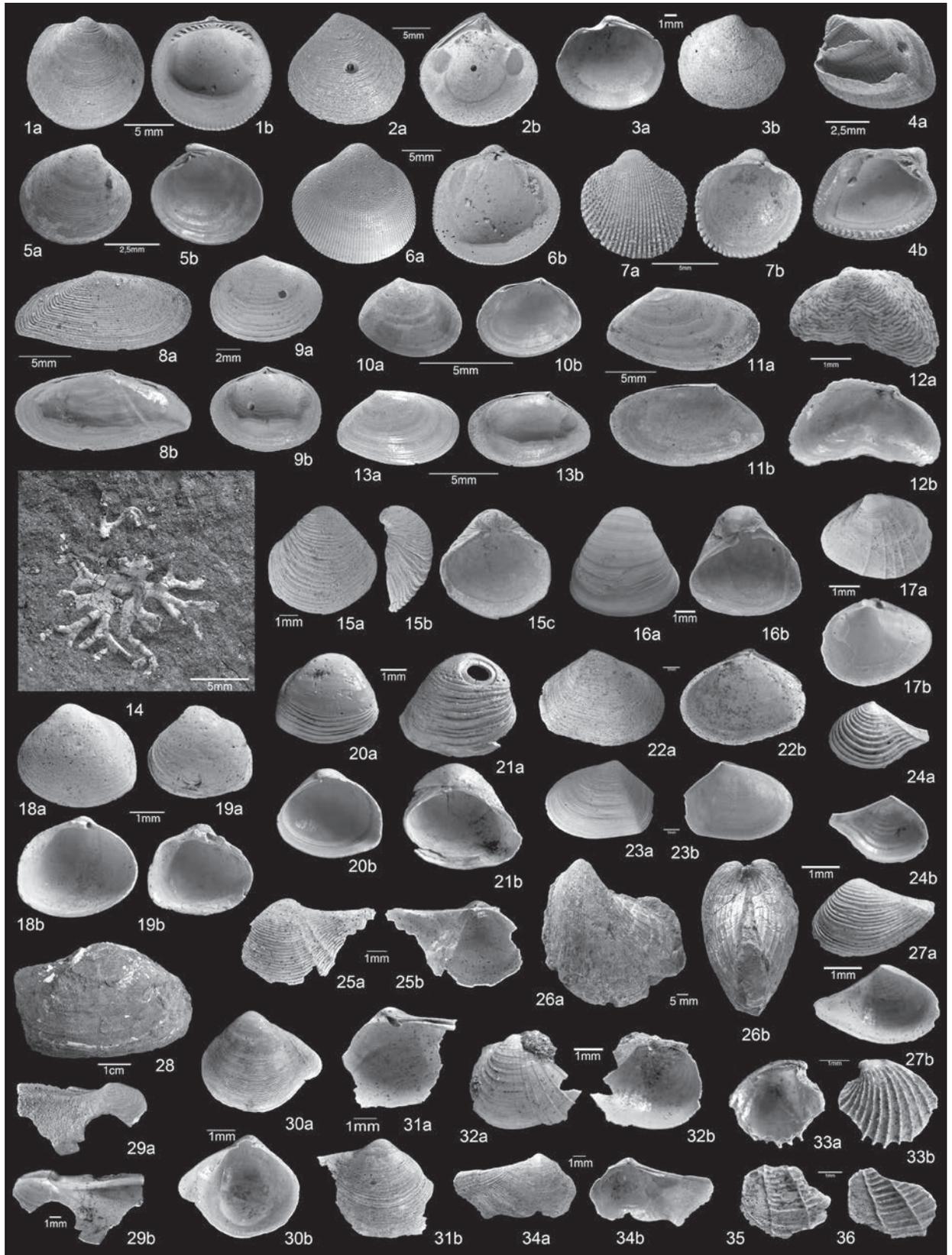


Abb. 44: Kleiner Ausschnitt aus einer überbordenden Diversität - Beispiel Bivalvia (Tafel aus MÜLLER et al., im Druck). 1: *Glycimeris philippii* (DESHAYES, 1824); 2: *Crassinella astarteiformis* (NYST, 1847); 3: *Gonimyrtea droueti gracilis* (NYST, 1843); 4: *Petalocardia postera* (v. KOENEN, 1868); 5: *Gouldia* sp.; 6: *Laevicardium cingulatum* (GOLDFUSS, 1826); 7: *Parvicardium rectispina* (v. KOENEN, 1893); 8: *Tellina* (*Moerella*) *conspicua* v. KOENEN, 1894; 9: *Angulus rhombea* v. KOENEN, 1894; 10: *Abra brevis* (BOSQUET); 11, 13: *Abra protensa* (v. KOENEN, 1894); 12: *Anisodonta rugifera* v. KOENEN, 1893; 14: *Stirpulina* sp.; 15: *Caestocorbula henckeli* (NYST, 1836); 16/17:

Corbula descendens v. KOENEN, 1894; 18-21: *Corbula conglobata* v. KOENEN, 1894; 20/21; 22/23: *Lentidium* sp.; 24: *Spheniopsis curvata* (v. KOENEN, 1894); 25: *Cuspidaria cf. trilineata* (v. KOENEN, 1894); 26: *Pholadomya weissei* (PHILIPPI, 1846); 27: *Spheniopsis* sp.; 28/29: *Thracia scabra* v. KOENEN, 1894; 30: *Cuspidaria cf. aloidiformis* GLIBERT & HEINZELIN, 1954; 31: *Cuspidaria cf. inflexa* v. KOENEN, 1894; 32: *Cuspidaria bisculpta* (v. KOENEN, 1894); 33: *Verticordia angusticotata* PHILIPPI, 1844; 34: *Cuspidaria?* sp.; 35-36 *Neaeroporomya* sp.

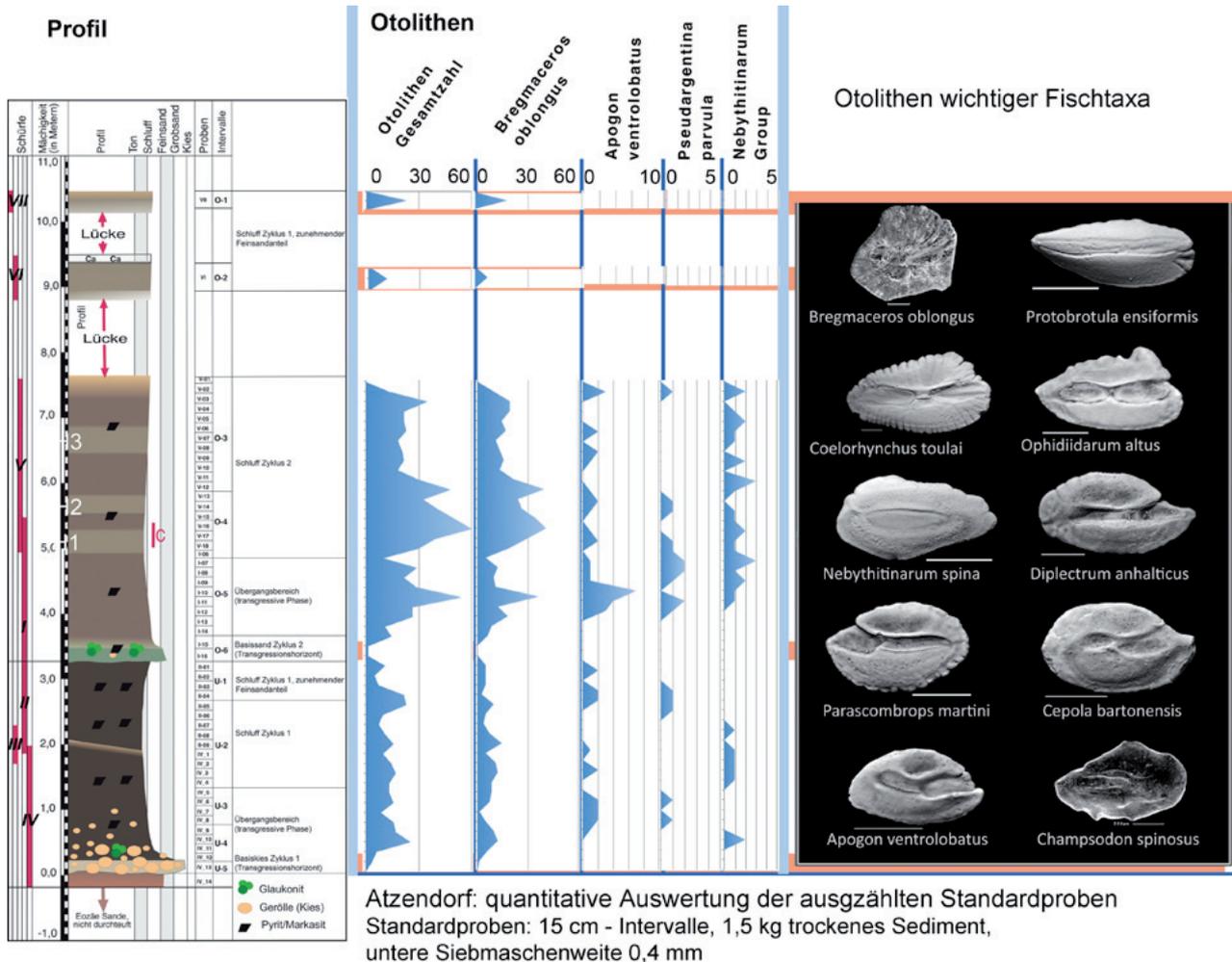


Abb. 45: Quantitative Auswertung der 15-cm-Proben für die Fossilgruppe Otolithen (aus MÜLLER et al., im Druck). Die hellbraunen Balken 1-5 markieren wichtige faunistische Horizonte. 1: Transgressionskies des 1. Zyklus', karbonatfrei, umgelagerte Haizähne; 2: Basissand des 2. Zyklus' mit umgelagerter (allotoper) und originärer (isotoper) Fauna.

Insgesamt ergibt das eine interessante Abfolge von Pteropoden, oft mit deutlichen Häufigkeitspeaks (Abb. 42). Das ermöglicht eine gute Korrelation mit dem Profil der Latdorf-Bohrungen (Abb. 46).

terial, z.T. typische Festgrundbewohner (Fissurellidae u.a.) sowie eine perfekt erhaltene, isotope Sandbodenfauna mit zahlreichen grabenden Formen, z.B. *Tellina*, *Moerella*, *Abra* u. a.. Bei den Fischen spielt *Trachinus* wieder eine wichtige Rolle. Die „Sandbodengattung“ taucht im Hangendbereich des Profils erneut auf, wo die Versandung des Sediments schon weiter fortgeschritten ist.

Von besonderem Interesse sind die Pteropoden. in der unteren Parasequenz sind *Heliconoides dilatata* (v. KOENEN, 1892) und *Limacina conica* (v. KOENEN, 1892) verbreitet (siehe Abb. 42). Sie laufen auch bis in die obere Parasequenz durch, werden dann aber seltener und verschwinden oben ganz. Dafür ist die obere Parasequenz durch mehrere Lagen mit *Creseis cincta* v. KOENEN, 1892 ausgezeichnet. Das Erstauftreten der Art führt umgehend zu einem Massenvorkommen, welchem nach oben im Profil noch einige deutlich schwächere Pulse folgen (Abb.42). Im höheren Teil des Profils kommt noch eine weitere Limacidenart hinzu: kleine, oft verdrückte Gehäuse. Sie weisen eine Bezüge zu *L. lotschi* (TEMBROCK) auf, sind aber noch nicht sicher zuzuordnen.

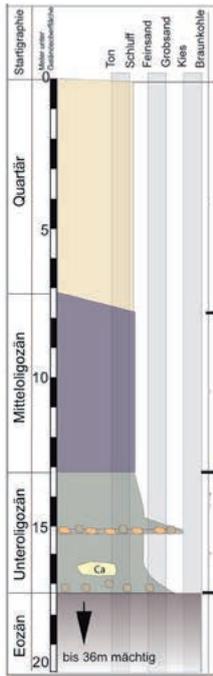
Diskussionspunkte zu Atzendorf:

- Mehrphasiger Ablauf der Latdorf-Transgression und Parasequenzen in den entsprechenden Profilen.
- Foraminiferen versus übrige Benthosgemeinschaften.
- Korrelation Atzendorf - Latdorf.
- Überregionale Korrelation (Magdeburg, Forschungsbohrung Loburg, ästuarin-terrestrische Profile).
- Faunen am Ende der eozänen Warmzeit und Faunenwechsel um die Eozän-Oligozängrenze.
- Paläogeographie und Paläobiogeographie im Obereozän-Unterozigän.

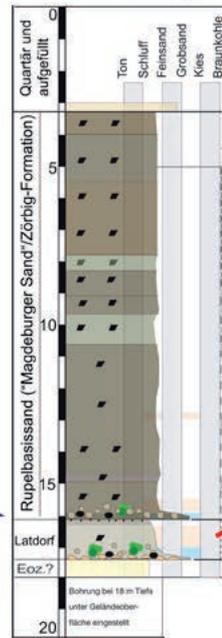
Punkt 5: Steinbruch Mammendorf bei Irlxleben

Um 1995 sind durch Ausschachtungen im Stadtgebiet von Magdeburg mehrfach fossilreiche Varianten des unteroligozänen Magdeburger Sandes erschlossen worden. Großproben daraus erbrachten eine hoch diverse Kollektion, vor allem Mollusken und Fischreste. Die Mollusken wurden von WELLE & NAGEL, 2003 sowie WELLE, 2009 bearbeitet und publiziert, die Fischotolithen von MÜLLER & ROSENBERG (2000). Das neue Magdeburger Material lieferte viele bisher unbeschriebene Taxa - ein

Latdorf Grube Carl



Latdorf Bohrung 1/2012



Grabung Atzendorf

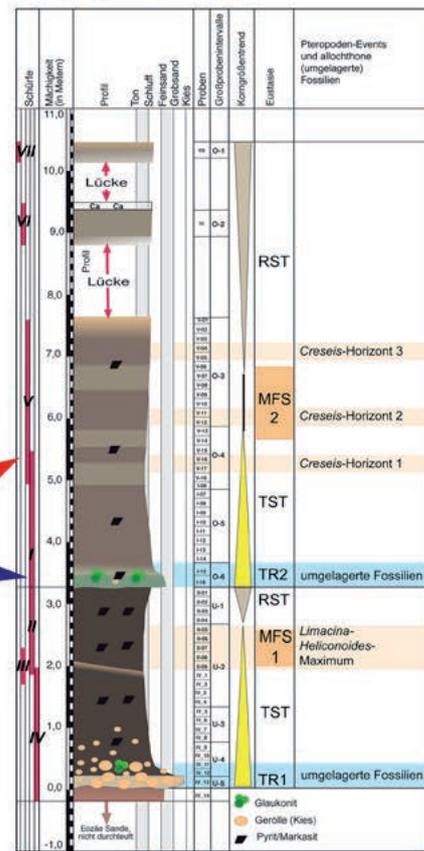
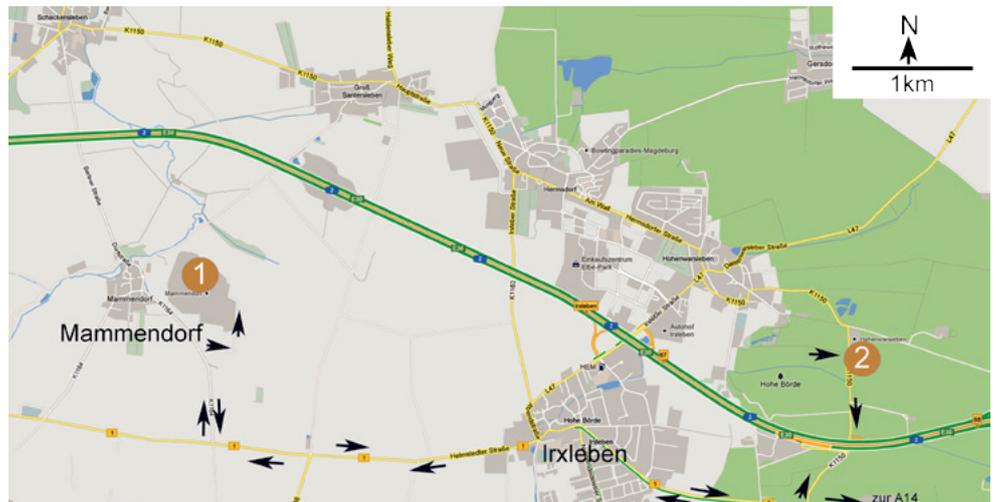


Abb. 46: Korrelation Latdorf-Atzendorf über *Creseis cincta* sowie Zuordnung der Flutung des „Magdeburger Korridors“.

Abb. 47: Lage und Zufahrt zu den Aufschlüssen Steinbruch Mammendorf (1) und Tongrube Irxleben-Hohenwarleben.

erster Hinweis, wie wenig eigentlich bis dahin über die Felsgrund-assozierten Faunen bekannt war.

2007 wurde dann publik, dass der Steinbruch Mammendorf fossilreiche „Grünsande“ auf einem



unterpermischen Andesit erschlossen hat. Eine erste Überprüfung Ende 2007 zeigte schnell, dass es sich um Reste eines unteroligozänen Felslitorals mit reicher und ungewöhnlicher Fauna handelt. 2008 wurde mit einer großen Grabung begonnen, und bis 2010 konnte eine erstaunliche Menge an Fossilien gewonnen werden. Auch später sind bei kontinuierlicher, stichprobenartiger Untersuchung immer wieder neue Fossilien gefunden worden. Mit Hilfe solcher Stichproben wird der Aufschluss auch weiterhin regelmäßig bearbeitet. 2012 sind einige besonders korallen- und brachiopodenreiche Proben gewonnen worden.

Der Aufschluss nimmt eine besonders exponierte Stellung auf der Höhe des Flechtinger Rückens ein. Das Gelände erreicht hier eine NN-Höhe zwischen 130-145 m.

Zieht man die quartäre Überdeckung ab, kommt man auf maximal um 125 - 130 m NN für die Andesitoberfläche als Auflagefläche für Blockpackungen und Spaltenfüllungen der unteroligozänen Felslitoralentwicklung. Schon bald stellte sich heraus, dass eigentlich zwei Zyklen mit unterschiedlichen Faunenspektren an dieser Stelle entwickelt sind (Müller, 2011a). Eine Fauna (Zyklus 1) ist durch z.T. massenhaftes Auftreten großer *Isognomon*-Individuen ausgezeichnet, begleitet von zahlreichen weiteren Warmwasser-Organismen: diverse Korallen und ein breites Spektrum an Mollusken u. a. Gruppen. Der Zyklus schließt im Hangenden mit einem Verbraunungshorizont (Bodenbildung, nur reliktsch erhalten) ab. In diesem Niveau wurden auch seltene Exemplare amphibischer Gastropoden (Ellobiidae) gefunden.

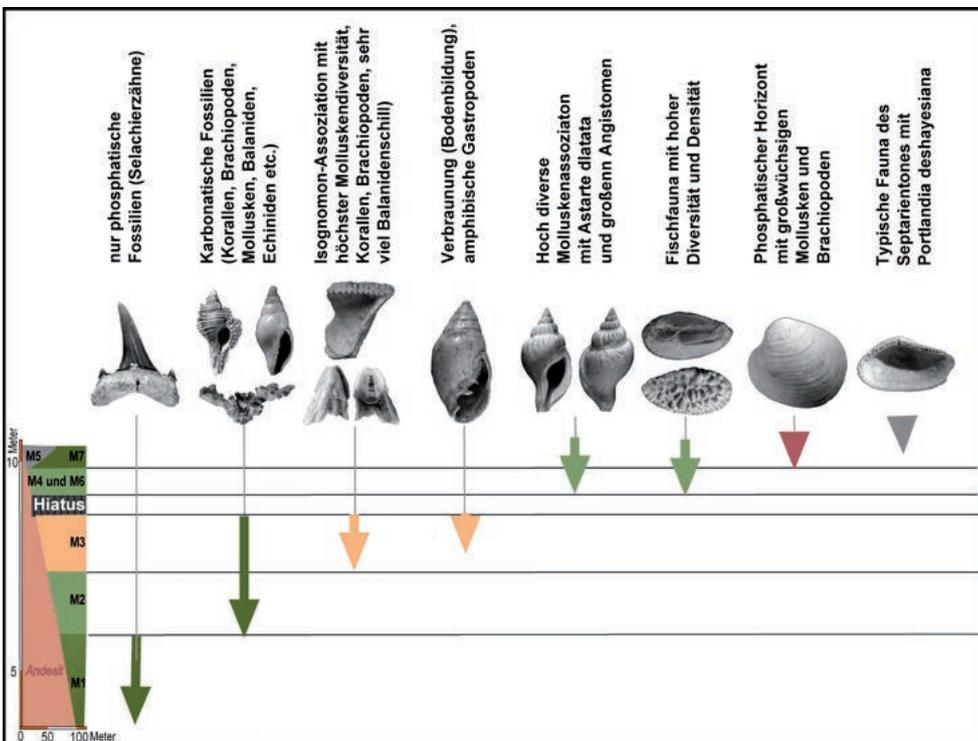
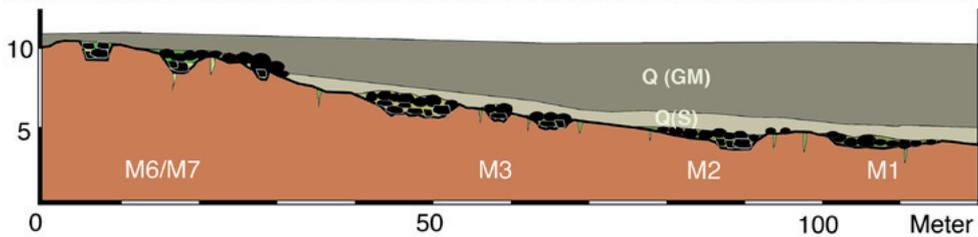


Abb. 48: Steinbruch Mamendorf (aus MÜLLER, 2011). Aufschlussrealität und darunter schematische Darstellung der Blockdeckenabfolge mit Grün-sanden M1 und M2, Isogomon-Schill sowie oberem Komplex M6/M7 an der Andesitkuppe. Darüber pleistozäne Bildungen mit allochthonem Grün-sand Q(s) und Grundmoräne (Lokalmoräne) Q(GM).

Abb. 49: Faunistische Übersicht: Einsetzen und Reichweite wichtiger Fossilgruppen (aus MÜLLER, 2011).

Der zweite (obere) Zyklus beginnt mit fossilreichen Glaukonitsanden, die im Hangenden über eine Zwischenschicht aus giftgrünen, zäh-plastischen Tonen in normale Septarientonentwicklung überleiten. An der Grenze Sand-grüner Ton wurde an einigen Punkten eine Phosphatkruste mit phosphatisierten Fossilien beobachtet.

Die Septarientonfazies ist foraminiferenreich und enthält die allgemein bekannte Molluskenfauna mit *Portlandia deshayesiana*, Scalaspiren und diversen Turriden. Die Schichten darunter aber sind einzigartig und markieren den Übergang von einer gerade vom Wasser bedeckten Felsschwelle zu einem tiefer im Wasser versunkenen Felsberg mit anfänglich reduzierter Sedimentation (Kondensation) durch Strömungen, bis schließlich Septarientonsedimentation einsetzen konnte. (MÜLLER, 2011a).

Eine völlig andere und für das Nordseebecken einzigar-

tige Faunenvergesellschaftung zeichnet diese Entwicklung aus: Massenvorkommen diverser Gruppen, welche im unteren Zyklus meist eine eher akzessorische Rolle spielen oder überhaupt nicht vorkommen. Zu den wichtigsten gehören:

Solitäre Korallen aus dem Verwandtschaftskreis um *Caryophyllia*.

Ungewöhnlicher Reichtum an Bryozoen (nach erster Abschätzung von K. Zagorsek/Prag um 70-80 Arten, der größere Teil noch unbeschrieben!).

Artenreiche Brachiopodenvergesellschaftungen mit *Discinisca*, „*Terebratula*“, *Argyrotheca*, *Megathiris* u.a.

Große Serpuliden, vor allem *Protula* bis 1cm Durchmesser und große *Bivonia*-Exemplare (Vermetidae, auch als Serpulide interpretiert).

Massenvorkommen großwüchsiger *Emarginula*-Arten (Fissurellidae): dominant ist *Emarginula nystiana* Bos-

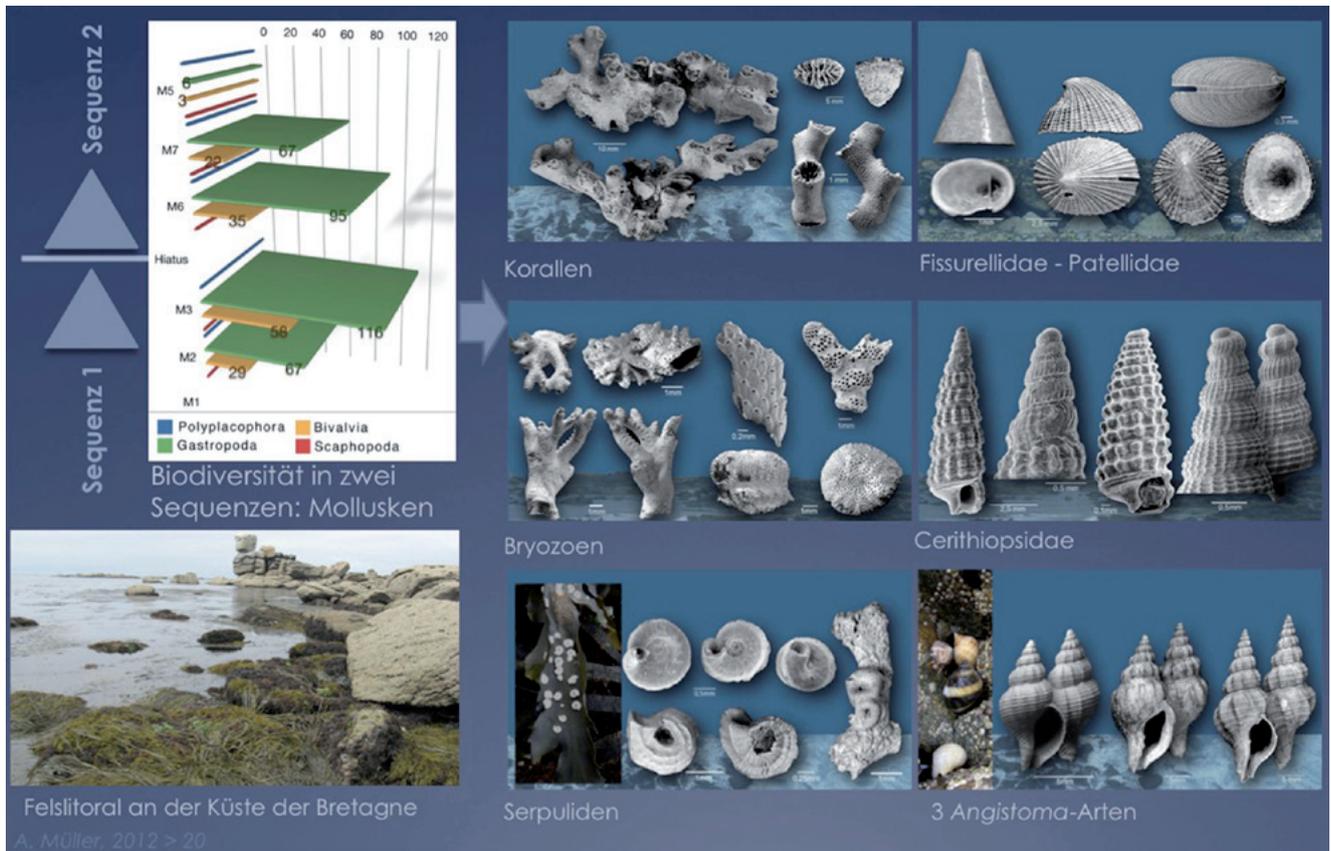


Abb. 50: Sequenzen und Biodiversität in den unteroligozänen Felsflitoralbildungen von Mammendorf.

QUET, 1851, häufig sind *E. fasciata* v. KOENEN, 1867 und *E. schlotheimi* SANDBERGER, 1859.

Massenvorkommen von drei großen *Angistoma*-Arten (kommen im unteren Zyklus nicht vor!): *Angistoma konincki* (NYST, 1845), *A. coarctata* (BEYRICH, 1856) und *A. feldhausi* (BEYRICH, 1856).

Astarte dilatata (PHILIPPI, 1846) sehr häufig und teilweise extrem groß und massiv, wie das auch bei anderen Mollusken der Fall ist.

Massenvorkommen von Otolithen von *Raniceps* (Froschdorsch), *Phycis* (Gabeldorsch), *Palaeogadus* (Seehecht), *Ogilbia* (Brotulid) u.a. Otolithen oft besonders groß.

Es ließen sich noch zahlreiche andere Kriterien auflisten, nicht zuletzt der Erstdnachweis von *Cornisepta*-Arten (MÜLLER, 2011b) im Nordseebecken, einer eigentümlichen Fissurellidae-Gruppe, welche heute hauptsächlich auf Seamounts oder in der antarktischen Tiefsee vorkommt. Ebenfalls bisher unbekannt sind Tylodiniidae und verwandte Gruppen, welche heute ebenfalls gerne in Seamount-Vergesellschaftungen vorkommen. Hier steht die genaue Bestimmung aber noch aus.

Aus allen Beobachtungen und aus den Faunenspektren ist folgendes Szenario gut vorstellbar:

Der untere Zyklus repräsentiert mit seiner Warmwasserfauna die ausgehende Latdorfzeit mit regressiven Tendenzen, nachdem das Meer bis auf die Höhe vorgedrungen war (Emersion, Bodenbildung, amphibische Gastropoden). Das Meer war hier sehr flach und der Hö-

henbereich gerade eben vom Wasser bedeckt, bei Ebbe partiell wohl auch nicht (Ausbildung von Gezeitentümpeln). Während Mollusken, Seeigel, Balaniden u.a. Gruppen in solchen Milieus sehr häufig sind, fehlen oft die Fische. Lediglich einige kleinwüchsige Tidepool-Bewohner können sich hier halten. Tatsächlich sind Otolithen und Haizähne in diesem Milieu extrem selten.

In einer zweiten Transgressionsphase im tiefen Ruppel überflutete das Meer erneut den Höhenrücken. Die Nordsee war inzwischen deutlich kühler geworden und die Warmwasserelemente der Fauna sind deshalb nicht mehr dabei. Die submarine Felsschwelle wurde von Strömungen überstrichen und über einen längeren Zeitraum erfolgte nahezu keine Sedimentation (Kondensation). Über Upwelling gelangte zeitweise nährstoffreiches (u.a. Phosphor) Tiefenwasser auf den Rücken und führte zu besten trophischen Bedingungen. Als Folge ist der auffällige Gigantismus zu werten, sowie die Bildung von Phosphoritkrusten. Mit weiterer Vertiefung des Meeres verschwanden die Sonderbedingungen und das ganze System wechselte in die Bedingungen normaler Septarienton-Fazies.

Mammendorf repräsentiert eine einzigartige fazielle Entwicklung für das Nordseebecken und kann als Modellfall dafür gelten, wie wenig wir eigentlich bisher über derartige Milieus im Tertiär wissen.

Punkt 6: Septarientongrube bei Irxleben-Hohenwarsleben

Die Septarientongrube bei Irxleben-Hohenwarsleben bietet ein hervorragendes Kontrastprogramm zur exponierten Situation des Steinbruchs Mammendorf.

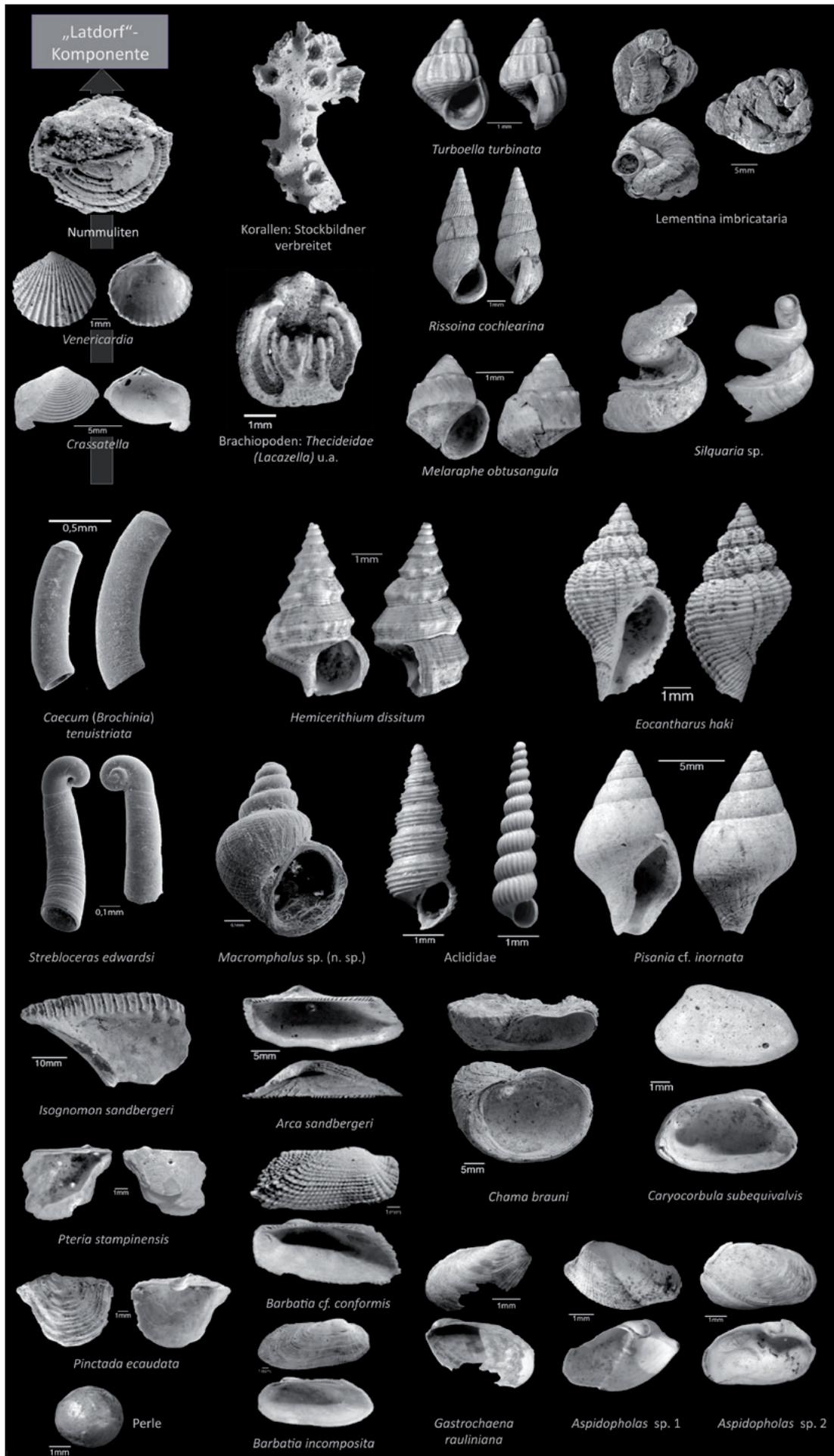
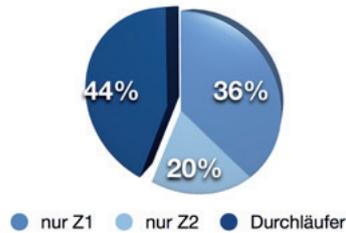
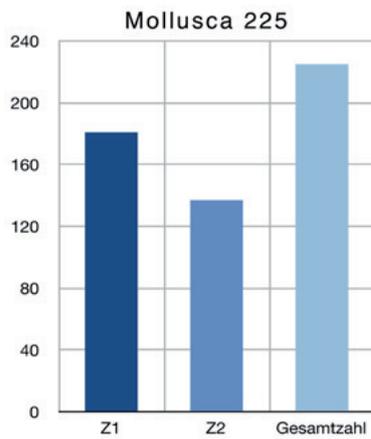
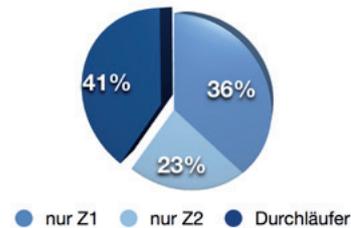
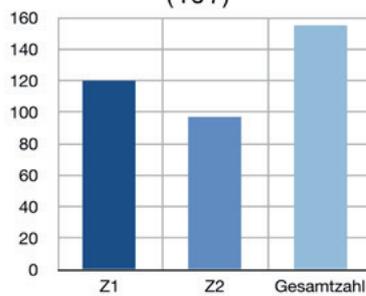


Abb. 51: Beispiele für die Diversität der Mammendorfer Fossilgemeinschaften.



Gastropoda/Polyplacophora (157)



Bivalvia/Scaphopoda (68)

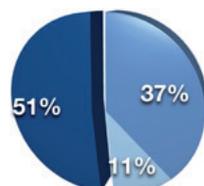
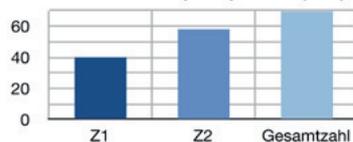
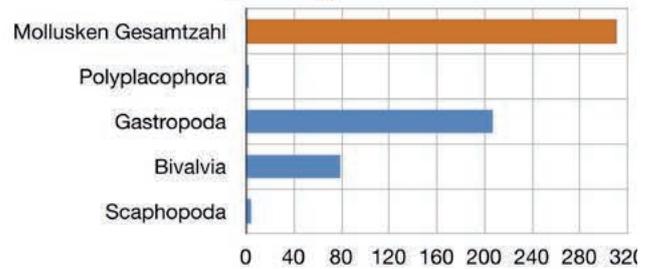
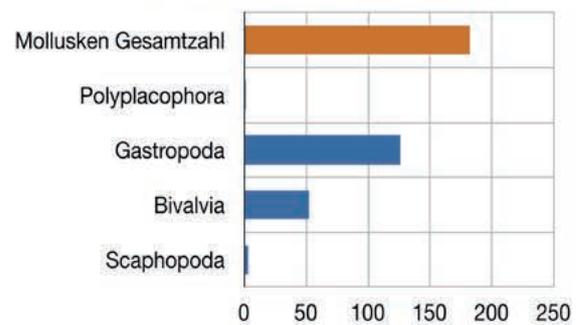


Abb. 52: Diversitätsentwicklung der Mollusken sowie der Gastropoden/Polyplacophoren und der Bivalvier/Scaphopoden im unteren Zyklus (Z1) und oberen Zyklus (Z2). Die Kreisdiagramme zeigen den Anteil der auf einen Zyklus beschränkten Taxa sowie der Durchläufer von Z1 nach Z2.

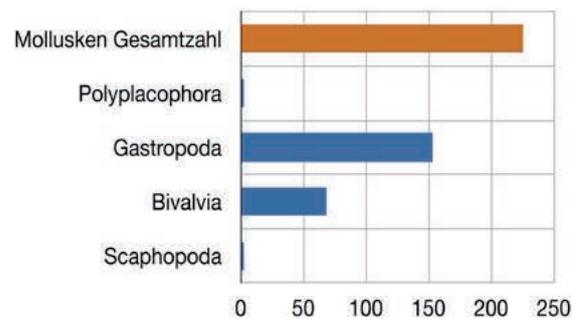
1. Raum Magdeburg incl. Mammendorf



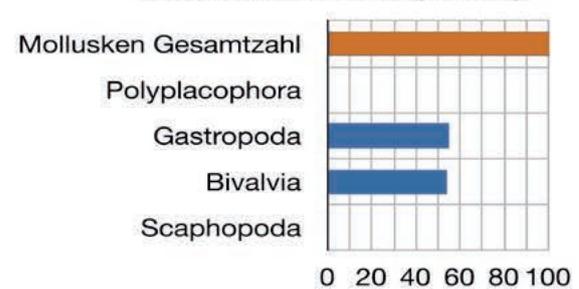
2. Stadtgebiet Magdeburg



3. Steinbruch Mammendorf



4. ausschließlich Magdeburg



5. ausschließlich Mammendorf

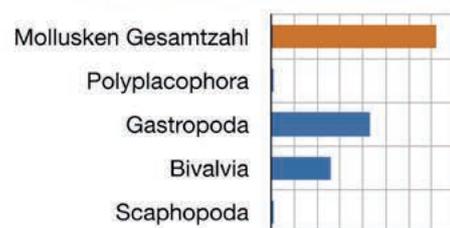


Abb. 53: Vergleich der Diversität der Mollusken zwischen den Fundpunkten Mammendorf und dem Magdeburger Sand im Stadtgebiet Magdeburg sowie Darstellung der Anzahl der jeweils auf eines der Gebiete beschränkten Taxa.

Abb. aus MÜLLER, 2011.

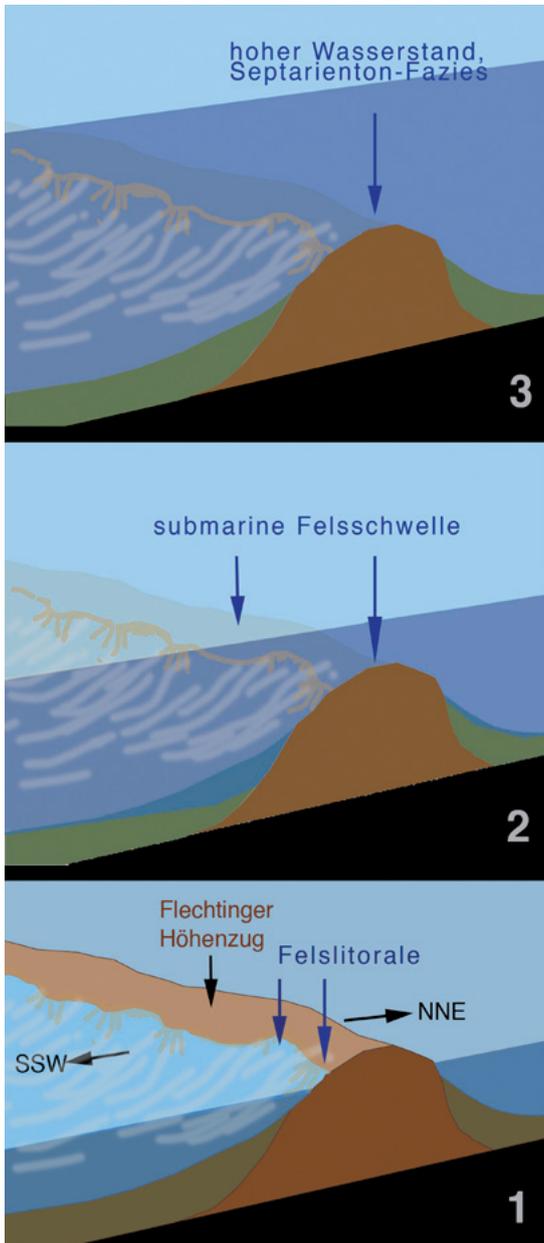


Abb. 54: Skizze wichtiger Phasen der Litoralentwicklung und Flutung des Flechtinger Rückens bei Magdeburg. 1: Situation im Zyklus Z1 – keine vollständige Flutung und Ausbildung von Felslitoralen; 2: Phase der submarinen Schwelle mit Mangelsedimentation und spezieller Fauna; 3: maximale Flutung und Septarienton-Fazies (aus MÜLLER, 2011a).
Abb. 56 (unten): Panorama der Septarientongrube bei Irxleben-Hohenwarsleben.

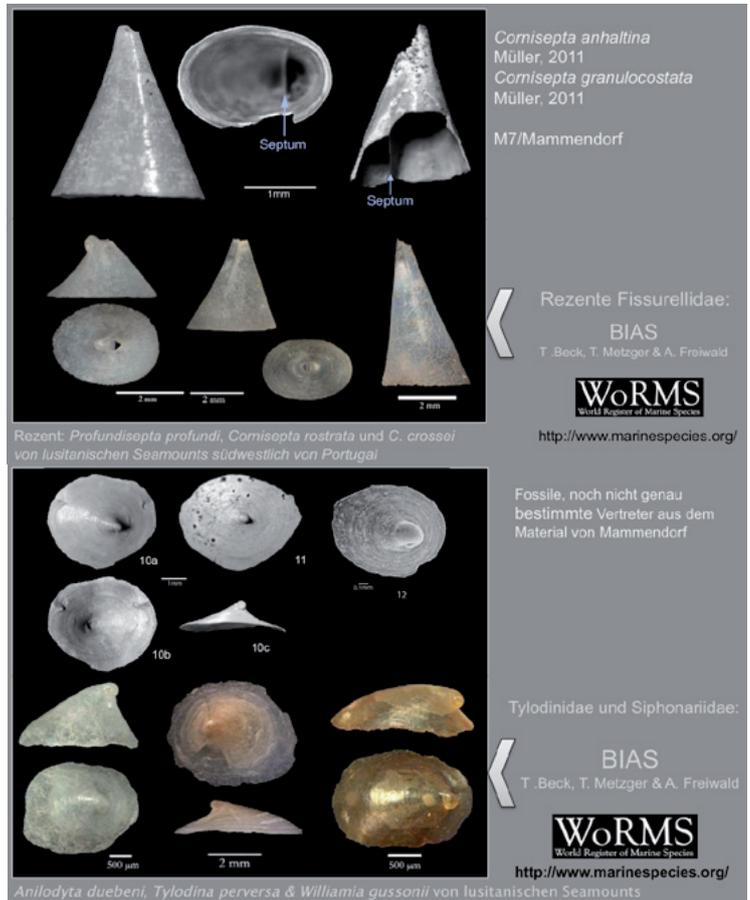


Abb. 55: Einige besonders interessante Gastropodengruppen aus dem oberen Zyklus (Z2) von Mammendorf.
Oben: Fissurellidae mit *Cornisepta anhaltina* MÜLLER, 2011 und *C. granulocostata* MÜLLER, 2011, darunter rezente Vertreter von lusitanischen Seamounts.
Unten: Eine bislang noch nicht benannte Art (Tyloidiinae?), darunter rezente Tyloidiinae und Siphonariidae von lusitanischen Seamounts.
Die rezenten Beispiele aus BECK, METZGER & FREIWALD, 2006.

Während auf dem Top des Flechtinger Höhenzuges eine Sondersituation herrschte (Inselnsituation mit Felslitoralen bis tiefer versunkener Felsschwelle), ist bei Hohenwarsleben Septarienton tiefer norddeutscher Beckenfazies aufgeschlossen. Der Septarienton ist als gefrorene Großscholle im Pleistozän vom Eis an diesen Punkt verfrachtet worden, denn unter dem Ton folgen wieder pleistozäne Sedimente. Die Herkunft dieser Scholle ist natürlich nicht eindeutig zu ermitteln. Sie könnte aus nächster Umgebung stammen, denn bereits knapp nördlich des Flechtinger Rückens beginnt das Verbreitungsgebiet von Septarienton

in norddeutscher Fazies. Es ist aber durchaus ein auch etwas längerer Transportweg möglich.

Ein Profil der Grube wurde noch nicht aufgenommen. Nach Stichproben handelt es sich um tieferen Septarienton in foraminiferenreicher Ausbildung (würde Rupel 2 entsprechen). Makrofossilien kommen selten vor. Nur *Portlandia deshayesiana* (DUCHASTEL in NYST, 1835) kommt in einigen Niveaus recht häufig vor.

Einige Bemerkungen zum Stadtgebiet von Magdeburg

Als sich BEYRICH (1848, 1853-1856), also vor über 150 Jahren, mit den Molluskenfaunen Norddeutschlands beschäftigte, spielten Funde aus dem Magdeburger Raum eine besondere Rolle, denn damals lieferte der so genannte Magdeburger Sand sehr interessante Fossilien. Als wichtigster Fundpunkt galt damals ein Steinbruch in der Magdeburger Neustadt - heute längst verfüllt und überbaut (Universitätsplatz). Von KOENEN (1863, 1867-1868, 1889-1894) stützte sich in seinen großen Monographien ebenfalls auf die Aufsammlungen von Magdeburg-Neustadt. Ihm stand aber auch Material von SCHREIBER zur Verfügung (Regius: 1948: 141). SCHREIBER sammelte bei Ausschachtungen in den alten Festungsanlagen von Magdeburg sowie bei Kanalschachtungen am Krökentor (am Schroteplatz) zahlreiche Fossilien (SCHREIBER: 1871, 1872a-c, 1874, 1884). Mollusken wurden dann nochmals von REGIUS (1948, 1962) publiziert, vor allem Funde vom Schroteplatz (86 Taxa). BORNEMANN (1860) notierte Foraminiferenfunde von Magdeburg, FRANKE (1925) nutzte in seiner Bearbeitung der Unteroligozän-Foraminiferen vorrangig Material von der Friedrich-Ebert-Brücke. SCHREIBER (1872a) und FRANKE (1939) beschrieben Bryozoen. Echinodermaten, vor allem Echiniden, wurden von SCHREIBER (1874) und von REGIUS (1948 und 1962) angeführt, EBERT (1889) hat sie jedoch in seiner großen Monographie der Oligozän-Echiniden am besten bearbeitet und beschrieben. Eine letzte zusammenfassende Bearbeitung publizierte KUTSCHER (1985). Bereits in die ersten Publikationen über fossile Fischotolithen überhaupt (KOKEN 1884 und 1891) ist Material von Magdeburg eingeflossen.

In den ersten Nachwendejahren, vor etwa 15 - 20 Jahren, gab es in Magdeburg einen Bauboom. Einige damit verbundene Tiefbauarbeiten förderten fossilreichen Magdeburger Sand zu Tage. Die reichen Molluskenfaunen aus umfangreichem Probenmaterial sind von WELLE & NAGEL (2003) und von WELLE (2009) publiziert worden. Zahlreiche bislang unbeschriebene Arten wurden im hoch diversen Material gefunden. Fischotolithen sind von MÜLLER & ROSENBERG (2000) publiziert worden.

Vor einigen Jahren konnten Proben von Bohrungen im südlichen Teil Magdeburgs untersucht werden. Dort ist der fossilreiche Latdorf-Transgressionshorizont und dessen Übergang in Schluffe mit *Creseis cincta* erschlossen worden. Nach den neuen, teilweise noch unpublizierten Beobachtungen haben sich folgende wichtige Punkte ergeben:

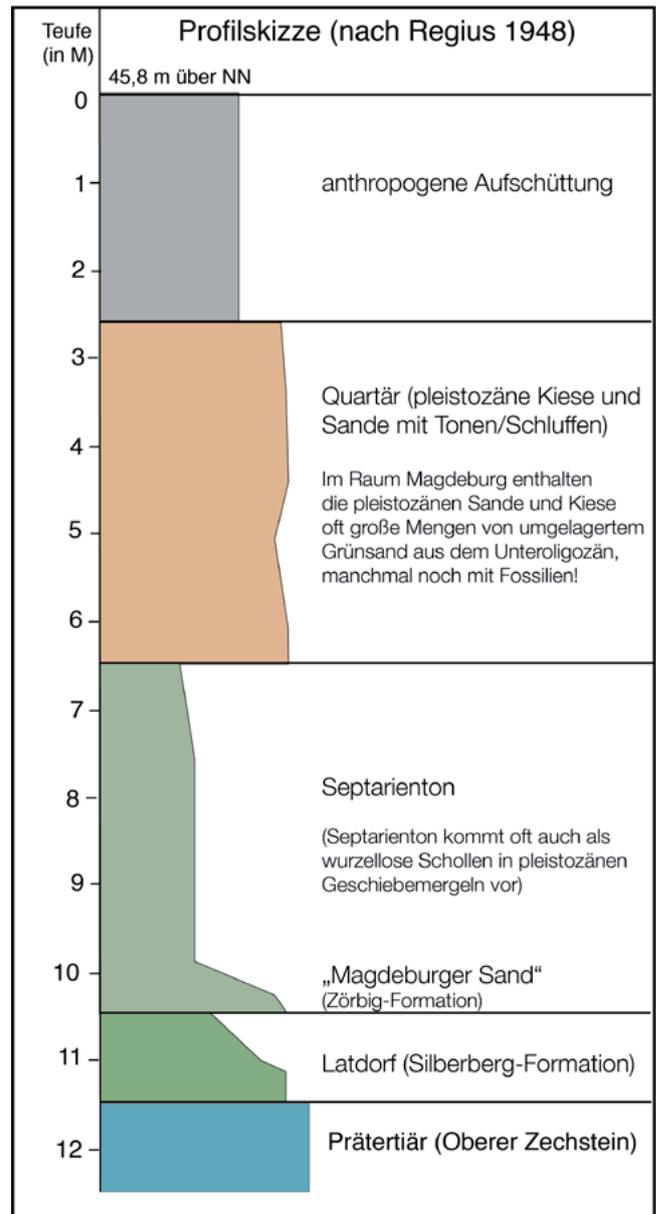


Abb. 57: Profilskizze des Unteroligozäns von Magdeburg (nach Regius, 1948) mit transgressiven Latdorf-Schichten sowie transgressiver Rupelbasis (Übergang von „Magdeburger Sand“ in Septarienton).

Die Latdorf-Transgression erreichte das Stadtgebiet Magdeburgs erst im zweiten Anlauf (2. Parasequenz von Atzendorf und Bohrung Latdorf). Damit bestätigt sich die Aussage von KRUTZSCH (2008), dass der „Magdeburger Korridor“ zwischen Subherzyner Mulde und Norddeutschem Teilbecken erst spät geflutet worden ist (das entspricht dann auch dem höheren Teil der Oberen Schönewalder Schichten).

Die Magdeburger Sande sind stratigraphisch heterogen und enthalten Anteile, welche stratigraphisch in den vergleichbaren Profilen Belgiens (DE MAN, 2006; Van Simaey, De Man & Vandenberghe, 2007) von den Sanden von Ruisbroek bis zu den Sanden von Berg reichen. Deshalb ist es problematisch, Magdeburger Sand in die Zörbig-Formation einzubeziehen oder Zörbig-Formation als Ersatz zu verwenden. Hier ist sicher noch einiges im Detail zu klären.

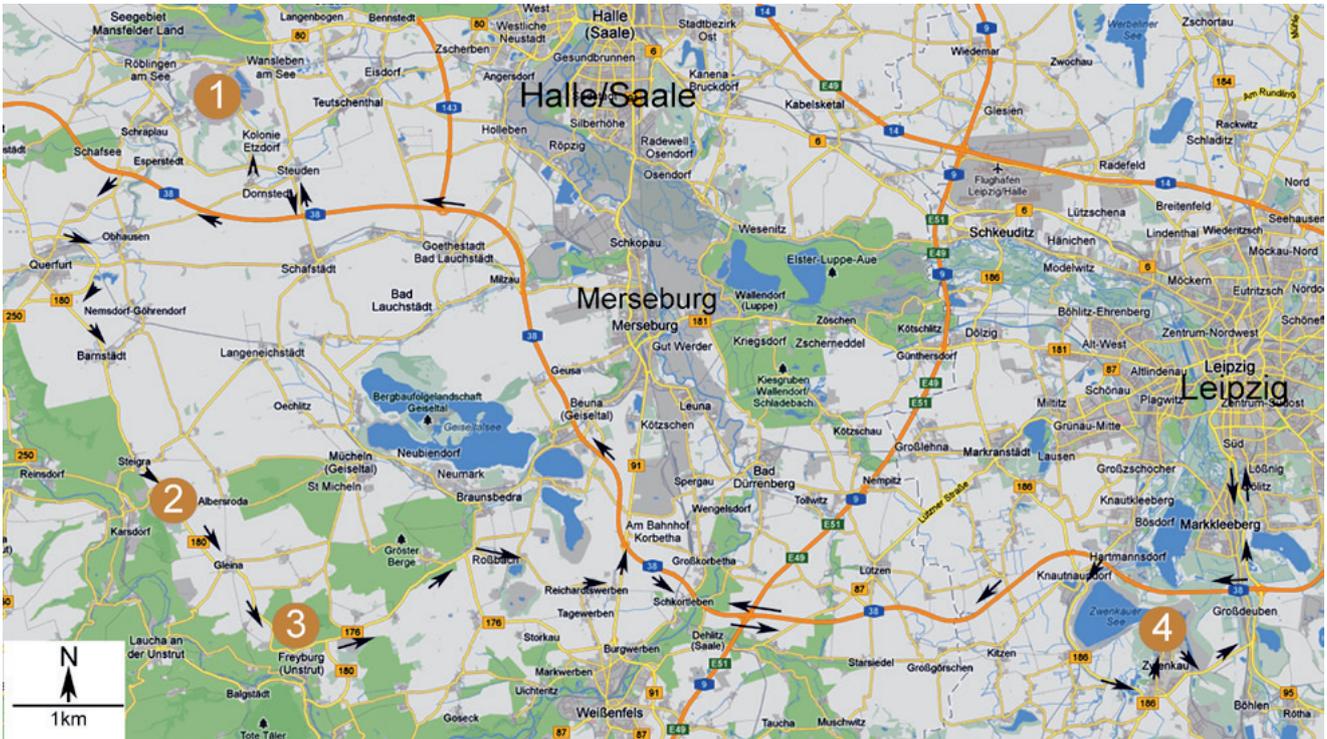


Abb. 58: Route für Exkursion 2 mit Amsdorf (1), Karsdorf (2), Freyburg (3) und Zwenkau (4).

Exkursionsroute 2: Tertiär am Rande der Querfurter Platte

Haltepunkte/Aufschlüsse mit Koordinaten:

1. ROMONTA-Tagebau Amsdorf bei Röblingen am See (51.434855, 11.715016)
2. Kalksteintagebau des Lafarge-Zementwerks Karsdorf/Unstrut (51.282159, 11.677165)
3. Neue Göhle bei Freyburg (51.226305, 11.756762)
4. Restloch Zwenkau am Kap Zwenkau (51.236127, 12.33181)

Route (Wegbeschreibung) und Lage der Aufschlüsse (Abb. 25)

Vom Institut in der Talstraße 35 geht es über die Göring- und R.-Lehmann-Straße zur B2. Am Leipziger Südkreuz biegt man dann auf die A38 Richtung Göttingen. Auf der A38 fährt man bis zur Ausfahrt Schafstädt. Dort biegt man dann nach links Richtung Steuden ab und gleich hinter Steuden auf der Landstraße nochmals nach links Richtung Schraplau. Nach knapp 1 km biegt man rechts ab auf die kleine Verbindungsstraße nach Amsdorf. Sie

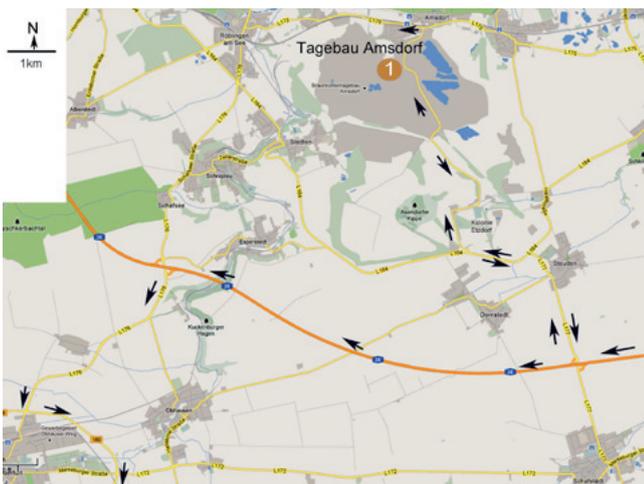


Abb. 59: Anfahrt zum ROMONTA-Tagebau Amsdorf.

Abb. 60: Panorama des Tagebaus Amsdorf mit den kohleführenden, ästuarin-marginalmarinen Schichten (Oberbartonium bis basales Rupelium) im Liegenden (A), marinem Unteroligozän (B), einer kohligen Füllung eines alten Absetzbeckens (C) und quartären Sedimenten (D).



führt durch das alte Tagebaugelände des Baufeldes Etzdorf. Über den ROMONTA-Werkeparkplatz erreicht man den Tagebau (Halt bei der Tagebauführung an der Kohlemischstation).

Nach Besuch des Aufschlusses geht es den gleichen Weg zurück zur A38 bis zur nächsten Ausfahrt (Querfurt). Dort fährt man Richtung Querfurt und biegt kurz vor dem Ort (Ampel) nach links in die Umgehung (B180n) ein. Ihr folgt man bis zur Ausfahrt Freyburg/Artern und orientiert sich dann nach rechts Richtung Freyburg. Auf der B180 durchquert man Barnstädt und Steigra. Kurz hinter Steigra biegt man rechts ab Richtung Karsdorf. Wenige Meter danach wählt man die Einfahrt nach links in das Tagebaugelände.

Zum nächsten Punkt geht es wieder zurück auf die B180 Richtung Freyburg. Man passiert das Dorf Gleina und kommt nach ca. 3 km auf dem Höhenrücken des Reußen an: Rechts befindet sich ein großer Steinbruch im Muschelkalk, links ein historisches Steinbruchgelände mit Anschnitten in der Schaumkalkzone mit Karsterscheinungen. Ein kleiner alter Steinbruch zeigt Karsthohlräume.

Nach kurzer Besichtigung geht es dann nach Freyburg hinab, wo man studieren kann, welche Qualitäten Wein auf Muschelkalk entfalten kann. Am Rande von Freyburg wählt man die B176 (Umgehung) Richtung Weißenfels. In Weißenfels-Nord geht es weiter auf der B91 Richtung Merseburg. Südlich von Leuna erreicht man die Auffahrt auf die A38 Richtung Leipzig. Auf der Autobahn bleibt man bis zur Ausfahrt Leipzig-Südwest und folgt dann der Straße um den alten Tagebau Zwenkau bis zum Ort Zwenkau. Im Ort muss man eigentlich immer die gleiche Straße nach Norden fahren und kommt zwangsläufig am Kap Zwenkau an. Nach Besichtigung geht es von da aus zurück auf die B2 und dann nach Norden Richtung Leipzig.

Punkt 1: ROMONTA-Tagebau Amsdorf

Der Tagebau liegt am Nordwestrand der Querfurter Muschelkalkplatte in einer Muldenstruktur, welche durch Salzabwanderung in Richtung Teutschenthaler Sattel entstanden ist (Abb. 61). Auf der östlichen Seite des Sattels ist das Geiseltal in einer ähnlichen Situation positioniert. Der größte Teil der Braunkohlenlagerstätte liegt auf O. Buntsandstein (Röt) unmittelbar vor der Steilstufe des U. Muschelkalks. Richtung Röblingen greift das Tertiär auch auf M. und U. Buntsandstein über. Auf dem Salzsattel entstand durch Subrosion eine weitflächige

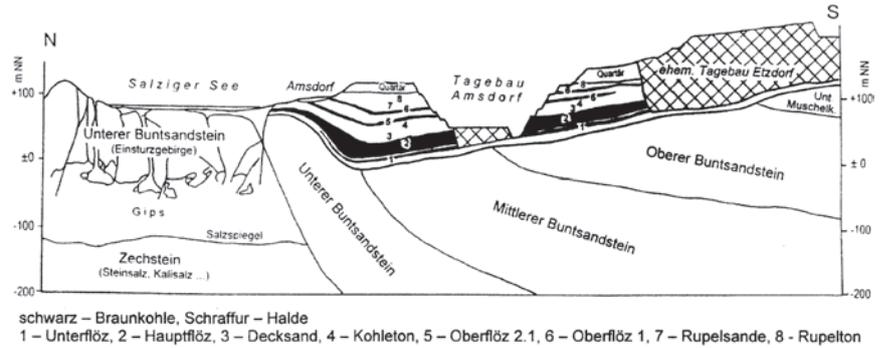
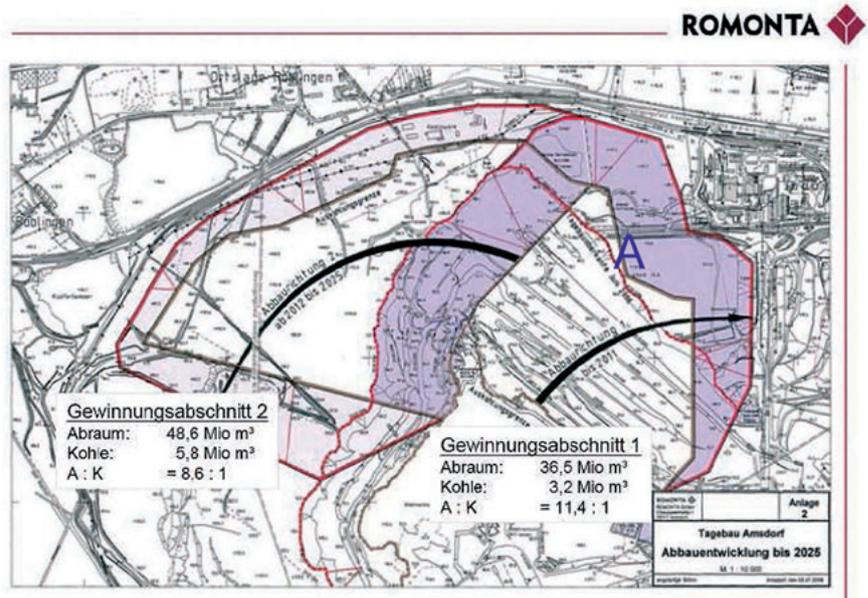


Abb. 61: Schnitt durch das Kohlefeld Amsdorf-Röblingen und den angrenzenden Salzigen See (nach MIBRAG, 1993, aus BLUMENSTENGEL, KRUTZSCH & VOLLAND, 2002).

Abb. 62: Grubenriss mit Lage der derzeitigen Abbaufont (A) und Entwicklung der Abbaufont bis Stilllegung des Tagebaus (Aus Stieberitz, 2007).



Senke. Sie wird vom Gelände des Salzigen Sees eingenommen. Im Zusammenhang mit Wassereintrüben in die Kupferschieferschächte des Mansfeld-Eislebener Reviers wurde der See früher trockengelegt, füllt sich aber inzwischen allmählich wieder. Das Amsdorfer Profil ist ein Schlüsselprofil für das Zeitintervall Priabonium bis Rupelium. Entsprechend häufig befassen sich Publikationen damit. Eine gute Zusammenfassung ist in BLUMENSTENGEL, KRUTZSCH & VOLLAND (2002) zu finden, wobei natürlich das marine Unteroligozän nur eine Nebenrolle spielt. Dazu bietet der Artikel von BLUMENSTENGEL & WELLE (2006) schon mehr Information. Nachfolgende Ausführungen zum „Prä-Unteroligozän“ basieren auf BLUMENSTENGEL, KRUTZSCH & VOLLAND (2002), zum marinen Unteroligozän auf aktuellen eigenen Arbeiten.

Im Zentrum der Mulde erreicht das Paläogen eine Mächtigkeit bis etwas über 100 m. Die nahezu lückenlose Schichtenfolge überdeckt einen Zeitraum von Mitteleozän (SPP16) bis zum Basisbereich des Oberen Rupels. Im Tagebau wird die wachs-/bitumenreiche Braunkohle des Amsdorfer Hauptflözes (SPP18u, Flöz Bruckdorf) zur Montanwachsgewinnung abgebaut. ROMONTA ist Weltmarktführer in diesem speziellen Rohstoffsegment. Trotz des immensen Deckgebirges kann die Kohle rentabel gewonnen werden. Das Amsdorfer Profil ist der-

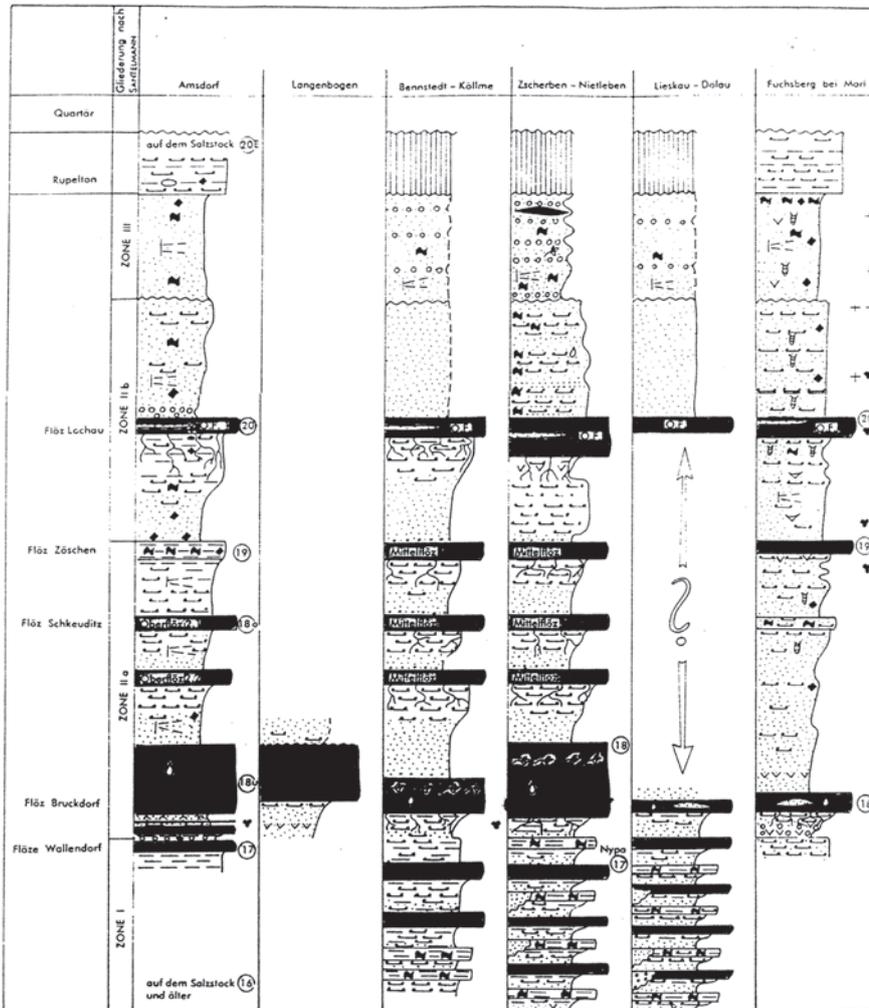
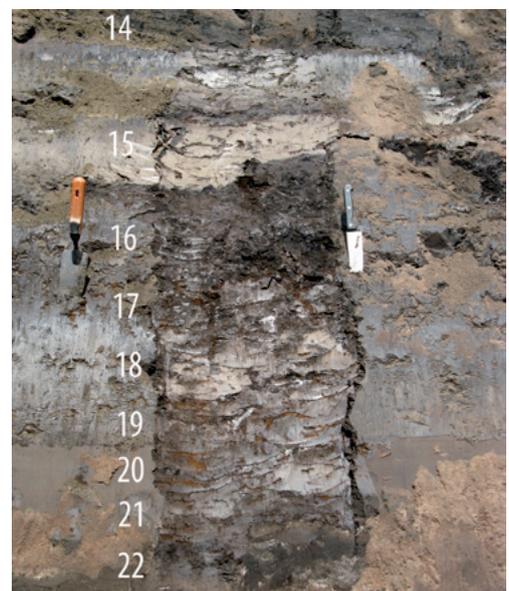


Abb. 63: Profil Amsdorf im Vergleich zu anderen wichtigen Profilen im Raum Halle/Saale (aus Blumenstengel, Krutzsch, & Volland (2002).

Abb. 64 und 65 (unten links und rechts): Das interessante Profil an der Oligozänbasis. 31-33 Basisbereich mit Haizahn-führendem Kies, 28-27 dunkle, bioturbate Sande, 26 helle, braun gefaserte Sande, an der Basis mit cm-mächtigen Braunkohlelagen, 25-24 dunkle, z.T. geschichte-



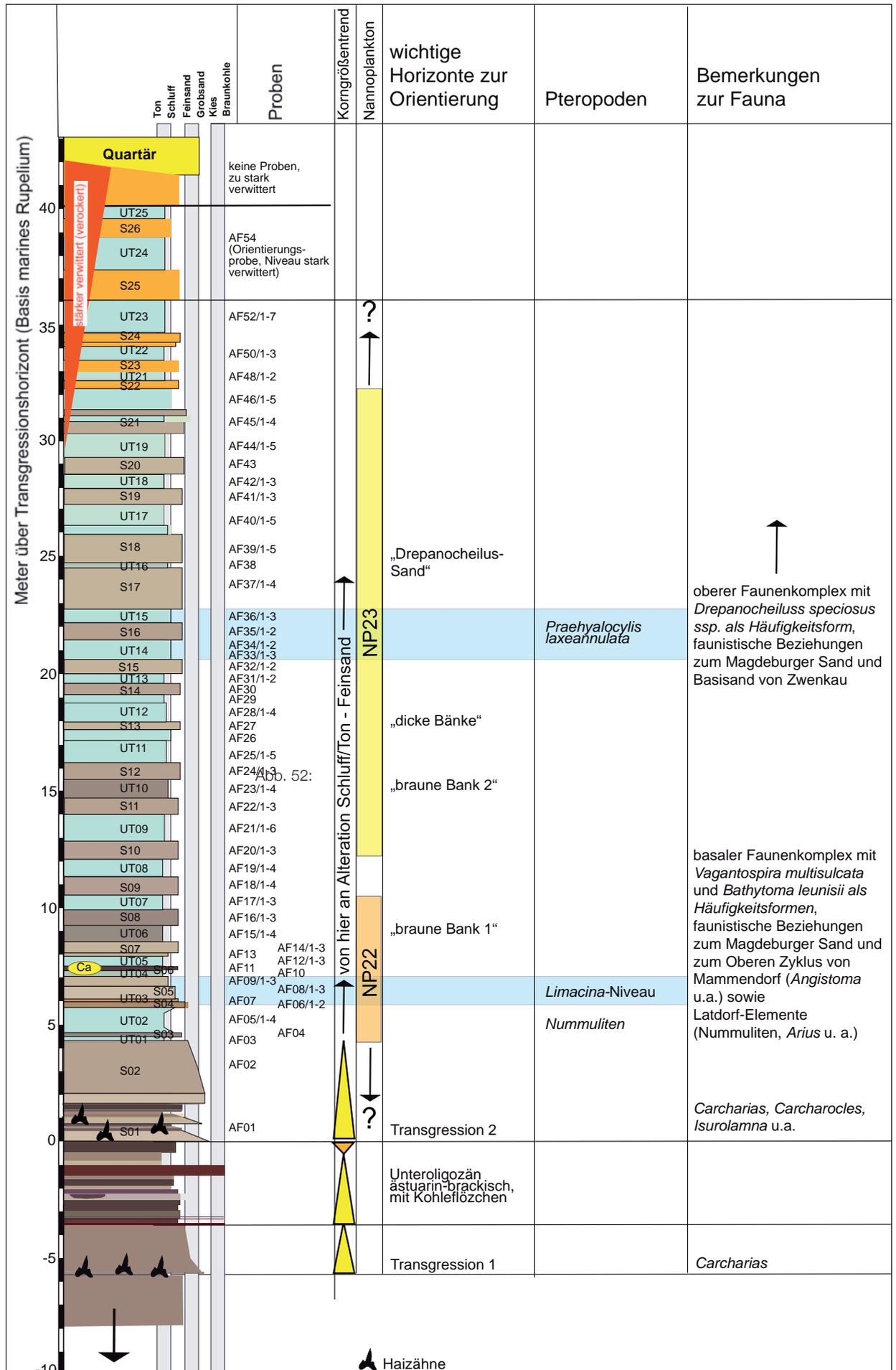
zeit der beste Aufschluss der Region. Nirgendwo sonst kann die Schichtenfolge vom ausgehenden Bartonium bis zum Rupelton an einem Ort und in dieser Vollständigkeit untersucht werden. Auch die geographische Lage ist zu berücksichtigen: Der Tagebau liegt im äußersten Westen des mitteldeutschen Braunkohlenreviers und damit bereits nahe den kleinen, isolierten Tertiärvorkommen im südöstlichen Harzvorland zwischen Sangerhausen, Arten und Kyffhäuser. Der Tagebau hat derzeit seine Endstellung am ROMONTA-Werksgelände erreicht (Abb. 62). An dieser Endböschung ist jetzt das vollständigste Unteroligozänprofil aufgeschlossen. Nach Erreichen dieser Endstellung schwenkt die Abbaurichtung nun nach Westen Richtung Röblingen. Dieses letzte Teilfeld wird in etwa 20 Jahren ausgekohlt sein.

Das Amsdorfer Profil (Abb. 63) beginnt mit tertiären Liegendensedimenten und dem Unterflöz (SPP17,

te Sande, 23 helle, fast weiße Sande, 22 dunkle, etwas kohlige Sande.

Abb. 66: Fortsetzung des Profils nach oben mit einer Wechsellagerung von kohlig-hellen und dunklen Tonen, Schluffen und Feinsanden, 17 Wurzelboden im Ton, 16 Braunkohle, 15 heller Ton, 14 erste Lagen des 2. (oberen) Transgressionskieses (Rupelhaupttransgression) mit Haizähnen.

Abb. 66 (S. 41): Neuaufnahme des Unteroligozäns mit Banknumerierung, Proben, Nannoplankton-Grenze NP22/NP23 so wie faunistisch bemerkenswerten Beobachtungen.



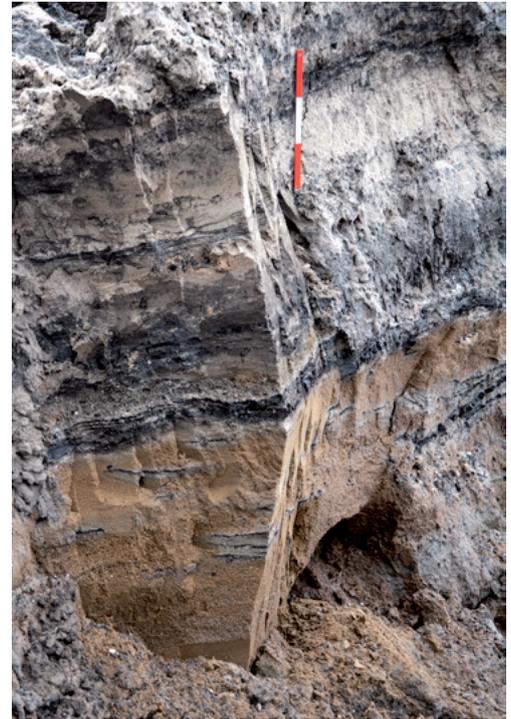
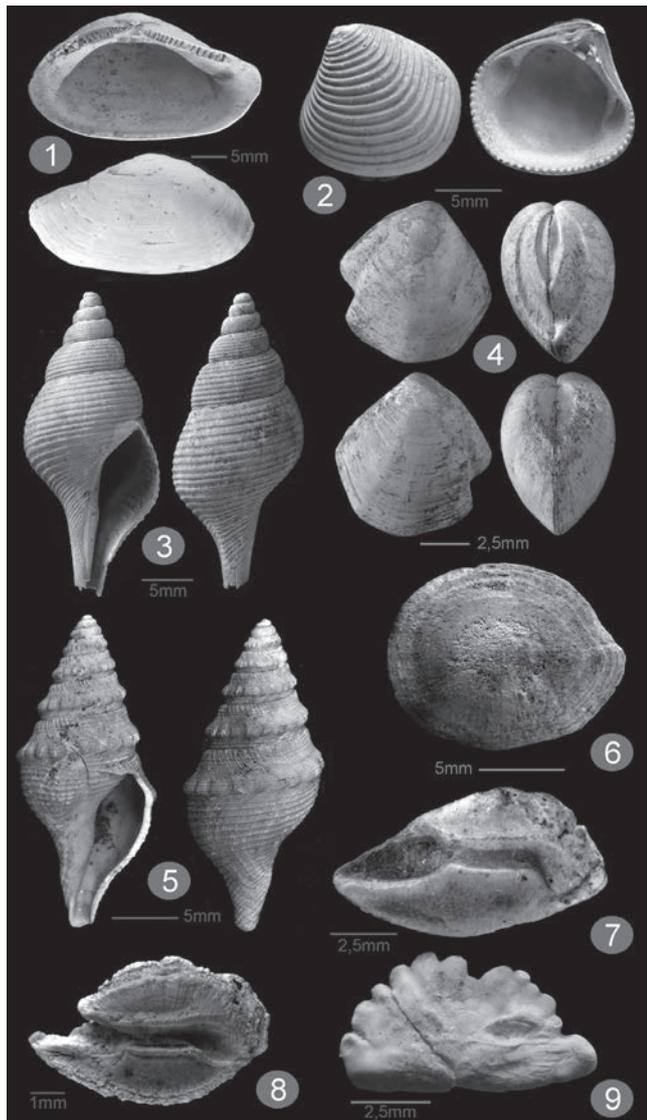


Abb. 67-68: Transgressionshorizont der Rupelhaupttransgression.
67: Totalaufnahme der Situation 2008 am Nordweststoß.
68: Details des Horizontes: Der Horizont besteht aus einem mehrfachen Wechsel heller Kiese, ockergelber Grob- und Mittelsande mit Kiesen sowie dunkler, manchmal etwas kohligter Schluffe und Sande. Lateral verändert sich das Bild schnell und unregulär. Die meisten Selachierzähne sind in den gröberen Kiespartien zu finden.

Abb. 69: Fossilien aus dem Rupelton von Amsdorf: *Portlandia deshayesiana* (Duchastel in Nyst, 1835), *Astarte kickxi* Nyst, 1835 (2), *Scalaspira (Vagantospira) multisulcata* (Nyst, 1845) (3), *Thyasira* sp. (4), *Bathytoma leunisi* (Philippi, 1843) (5), *Arius germanicus* Koken, 1884 (6), *Centracanthidarum laterostralis* Müller & Rosenbergs, 2000 (7), Branchiostegidarum sp. (n. sp.) (8), *Lophius* sp. (9).



Flöz Wallendorf. Darauf folgt das Hauptflöz (SPP18u, Flöz Bruckdorf) mit Unterbänken. Über dem Hauptflöz setzt die Schichtfolge mit mehreren Zyklen fort, die jeweils geringmächtige Braunkohlen oder kohlige Horizonte enthalten (Oberflöze mit Niveau Schkeuditz, SPP180 und Zöschen, SPP19). Über dem Zöschen-Horizont setzt das Profil mit dem Rupelbasisbereich fort: zunächst Sande, dann helle Schluffe/Tone mit Flöz Lochau (SPP20) am Top, oft in zwei Flözbänke aufgespalten. Darauf folgt die Rupelhaupttransgression mit einem geröllführenden Transgressionshorizont mit zahlreichen Haizähnen und bis um 6 m mächtigen Sanden, worauf mit der ersten Tonbank (UT01, Abb. 66) die rhythmische Abfolge von schluffigen Feinsanden und tonig-/feinsandigen Schluffen der Amsdorfer Septarientonentwicklung beginnt. Derzeit sind bis zu etwa 40 m dieser rhythmischen Abfolge aufgeschlossen, im Hangendbereich bereits stärker angewittert (verockert, mit sekundären Gipsen) und schließlich erosiv gekappt (diskordante Auflage von Schmelzwassersanden und Geschiebemergel des Elsterglazials).

Im Fokus der Exkursion steht die überwiegend marine Abfolge oberhalb vom Flözhorizont Zöschen. Nach dem Normalprofil von Blumenstengel, Krutzsch & Volland (2002) (Abb. 63) beginnt die Serie mit Sanden, die nach oben in helle Tone/Schluffe mit Flöz Lochau übergehen, worauf der Transgressionskies der marinen Rupelentwicklung folgt. Dieses Bild ist das Normalbild im zentralen und östlichen Teil der Grube. Im nordwestlichen Teil des Tagebaus wurde an der Nordwestseite einer Aufwölbung ein deutlich abweichendes Profil von etwa 7 m ergraben (Abb. 64-65). Es beginnt mit einem ersten Transgressionshorizont: Helle Feinkiese (Quarz) von maximal 10 cm Mächtigkeit, meist deutlich weniger, enthalten zahlreiche kleine Haizähne (*Carcharias* sp.), von denen nur der Schmelz der Kronen erhalten ist. Auf den Kies (A1) folgen bis um 2 m mächtige, schwarzbraune,

bioturbate Sande (marin, A2). Das Profil setzt mit hellen, braun geflaserten Sande fort. Sie führen an der Basis dünne Kohlelagen (A3) und gehen oben in dunkle, etwas kohlige Sande über. Das Intervall endet mit geringmächtigen weißen Sanden mit einer unruhig welligen Oberfläche (= Basis des folgenden Horizontes). Das folgende Schichtpaket liegt dem vorhergehenden diskordant auf und besteht zunächst aus einer wechselhaften Abfolge dunkler, kohligter und heller Feinsande/Schluffe. Oben kommt ein geringmächtiges Braunkohleflöz hinzu, den Abschluss bilden noch einmal mehr oder weniger kohlige Tone und feinsandige Schluffe.

Das Teilprofil wird vom Transgressionshorizont der Rupelaupttransgression erosiv gekappt. Der Transgressionshorizont besitzt einen komplexen inneren Aufbau und kann bis über 1 m mächtig werden. Dann besteht er aus kiesigen Sandlagen mit Haizähnen sowie irregulären Zwischenlagen aus Tonen und Schluffen (Abb. 67-68). 4 - 6 m Sand vermitteln zur ersten Tonbank des Rupeltones. Sie sind entkalkt und enthalten gelegentlich phosphatische Fischreste. Mit der Schluff/Tonbank 1 beginnt der makrofossilführende Amsdorfer Rupelton. Vom Liegenden zum Hangenden sind insgesamt 25 Schluff/Tonbänke (UT01-UT25) ausgebildet sowie 26 Sandniveaus (S1-S26). Die oberen 2 m Profil wurden wegen zu starker Verwitterung nicht mehr differenziert.

Nach Fossilführung beginnt die Rupeltonfazies in der NP22. Die Grenze zur NP23 liegt bei UT 07 (MARTINI, pers. comm.). NP24 ist nicht ermittelt worden, könnte aber ganz oben im heutigen Verwitterungsbereich beginnen. Das gesamte Profil wurde in den vergangenen Jahren bis UT23 standardisiert beprobt (1,5kg Trockengewicht). Die Proben wurden mit einer unteren Siebmaschenweite geschlämmt, komplett ausgelesen und quantitativ ausgewertet. Bei der großen Gesamtmächtigkeit sind das insgesamt weit über 100 Proben. Daneben wurden Großproben genommen sowie horizontierte oberflächliche Aufsammlungen durchgeführt, um einen möglichst repräsentativen Querschnitt der Makrofauna (überwiegend Gastropoden) zu bekommen. Die Privatsammlungen von G. HOHNDORF (Halle) und H. HUHLE (Stedten) lieferten weiteres wichtiges Material aus langjährigen Aufsammlungen. Die Amsdorfer Fauna ist eine typische „low density-high diversity“ Fauna. Nur wenige, dominierende Gastropoden kommen häufiger vor. Alle übrigen Mollusken sind in der Regel individuenarm vertreten und erst langjährige Aufsammlungen vermitteln eine Vorstellung von der hohen Diversität.

Zur Amsdorfer Rupelfauna sind inzwischen einige Publikationen erschienen: GRÜNDEL, 1997, GRÜNDEL & TEMBROCK, 1994, WELLE, 1998, WOYDACK, 1998, MÜLLER 2008. Die Gastropodenbearbeitung basiert auf unhorizontiertem Material, das seinerzeit überwiegend auf der Eitzdorfer Kippe gesammelt wurde. Während der ersten Bearbeitungsphase von Leipzig aus (Welle, 1998.) wurde horizontiert im Anstehenden gearbeitet. Allerdings war das Profil vor 20 Jahren an der Westseite des Tagebaus bei weitem nicht so vollständig wie heute. Durch Anwitterung (und Pyritoxidation) gab es damals auch einige Erhaltungsprobleme. Das aktuelle Profil ist hoch

auflösend beprobt und mit weniger Erhaltungsproblemen behaftet als das Profil von 1994/1995. Danach sind folgende wesentliche Diskussionspunkte festzuhalten:

- Stratigraphische Positionierung des unteren Transgressionshorizontes mit Haizähnen.
- Nannoplanktondatierung (Martini, pers. comm.), aus Abb. 66 ersichtlich.
- Pteropodenhorizonte: Bei UT03 bis U04 Massenvorkommen von *Limacina* cf. *mariae* JANSSEN und bei UT13/14 von *Praehyalocylis laxeannulata* (LUDWIG). Korrelationsmöglichkeiten zum Leipziger Profil und Richtung Anhalt (Köthen, HUCKE & VOIGT, 1929).
- Beziehungen des unteren Faunenkomplexes zum „Magdeburger Sand“ und zur Fauna des oberen Zyklus' von Mammendorf. Einige im basalen Faunenkomplex vorkommende Faunenelemente sind bisher nur von Magdeburg/Mammendorf bekannt oder aus den Latdorf-Schichten: Nummuliten, *Angistoma*, *Arius* (Kreuzwels) u. a.
- Korrelationsmöglichkeiten mit dem Leipziger Profil.
- Seltene Nachweise von oberem Rupelton mit *Cochleospira volgeri* (PHILIPPI, 1847) und *Scalaspira multisulcata* (NYST, 1845)
- Vorkommen von Tiefwasserelementen (*Thyasira*, *Axinopsida* u. a.), Bathymetrie und andere möglichen Gründe.
- Vorkommen von „Mainzer Becken“ - Taxa (*Granulolabium*, *Unitas brauniana* etc.).
- Möglicher Endemismus (einige Taxa sind nur von Amsdorf bekannt) oder doch nur extrem selten?
- Cyclostratigraphie und mögliche Hintergründe.

Punkt 2: Kalksteintagebau des Lafarge-Zementwerkes Karsdorf/Unstrut

Der nächste Aufschluss liegt am Südwestrand der Querfurter Muschelkalkplatte (Abb. 70/71). Das morphologisch nahezu tischebene Muschelkalkplateau endet mit der Steilstufe des U. Muschelkalks am Unstruttal. Durch das leichte Einfallen der Schichten zum Zentrum der Querfurter Mulde reicht das Profil im Randbereich des Hanges (und des Tagebaus) bis zur Oolithbankzone. Weiter nach Norden (Nordwand des Aufschlusses) wird derzeit gerade der Liegendbereich der Terebratelzone erreicht (Abb. 71). Ein System von Spalten und Klüften durchzieht das Gebiet in etwa herzynisch streichender Richtung. Als Ursache dafür sind sicher in erster Linie Salzbewegungen im Untergrund anzunehmen. An diesen Klüften als Wasserlaufbahn hat hier im tieferen Eozän die Verkarstung eingesetzt. Nach Inhalt der Karsteinbrüche reichte das Profil vor etwa 50 MA noch bis zum mittleren Teil der Ceratitenschichten um die Cycloidesbank (HENNIGER, LEDER & MÜLLER, 2011). Bis zum heutigen Zustand sind demnach seither um 150 m Muschelkalk erodiert worden. Die Karstbildung ist vermutlich mehrphasig verlaufen. Zunächst erfolgte die Subrosion des Muschelkalksalinars mit seinen Salzen und Anhydriten/Gipsen, als noch die Ceratitenschichten anstanden, dann die des deutlich tiefer liegenden Rötosalinars. So wurden die Inhalte der Schloten stufenweise versenkt. Insgesamt ist hier in der Region primär ein solches Po-

tential an subrosionsfähigen Gesteinen vorhanden, dass Schlotteninhalte durchaus bis etwas mehr als 150 m Tiefe versenkt werden konnten. Durch die seither erfolgte Erosion sind natürlich auch große Teile der Karstschlot-

ten erodiert worden. Eigentlich hat man heute „nur“ noch die Wurzelzonen des Systems mit den basalen Füllungen vor Augen.

Die Füllung der Karstschlotten erscheint chaotisch: Neben großen Mengen von Material der Ceratitenschichten sind dunkle, eozäne Tone, Schluffe und Feinsande oft regellos miteinander in die Tiefe gestürzt. In einigen Fällen waren aber auch trichterartige Strukturen mit einigen Metern paläogener Sedimentfüllung zu erkennen (Abb. 73). Solche (seltenen) Situationen haben dann das beste Material geliefert.

Große Mengen des eozänen Materials sind geschlämmt worden. Dabei wurde die gesamte Bandbreite von hellen, makroskopisch fossilfreien Tönen (Muschelkalkresidualtone, manchmal noch mit Zähnen und Schuppen von Muschelkalkfischen) bis zu dunklen Sedimenten mit Blätterlagen und kohligem Schichten untersucht. Florenreste sind verbreitet gefunden worden, tierische Fossilien dagegen eher an bestimmte Lagen gebunden. Nach Fossilführung handelt es sich um Sedimente kleiner Tümpel. Sie entstanden in Dolinen über den Karstschlotten und zeichnen sich durch aquatisch lebende Mollusken und Vertebraten aus. Eine erste Analyse (HENNIGER, LEDER & MÜLLER, 2011) ergab eine reiche Flora nach makrobotanischen Resten (Blätter und Früchte/Samen) mit folgenden wichtigen Gattungen (näheres in der zitierten Arbeit): *Selaginella*, *Mastixia*, *Eurya*, *Nyssa*, *Parabaena*, *Sinomenium*, *Tinospora*, *Sparganium*, *Vitis*, *Stratiotes*, *Potamogeton*, *Carpolithus* u. a. Süßwasser- und Landschnecken sind mit Arten der Gattungen *Australorbis*, *Galba*,

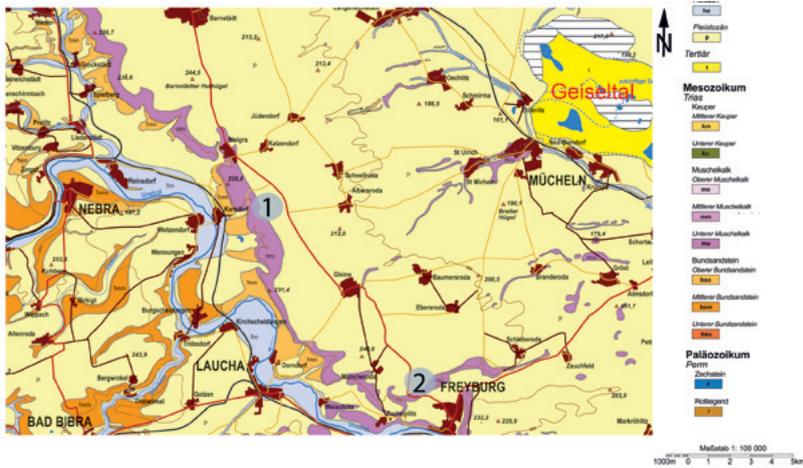


Abb. 70: Lage der Punkte Karsdorf (1) und Freyburg (2) am SW-Rand der Querfurter Platte.

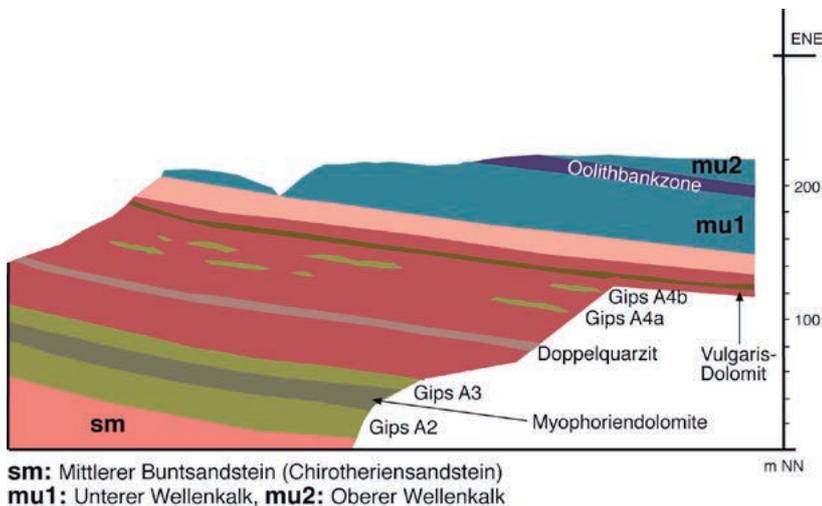


Abb. 71: Schematisiertes Profil des Muschelkalk-Röthanges von Karsdorf.

Abb. 72 (unten): Karstschlotte im U. Wellenkalk des Kalksteintagebaus Karsdorf. In den chaotisch verstrühten Tertiärsedimenten ist viel kohliges Material enthalten.



Ancylus, mehreren *Carychiopsis*-Arten, *Archaeogopsis* sowie diversen, noch unbestimmten Vertiginidae vertreten. Unter den Vertebratenresten sind bisher Froschlurche (Palaeobatidae), Anuren (indet.), Landschildkröten (Testudinidae), Krokodile (cf. *Diplocynodon*) und ein kleiner Mammalierzahn zu finden gewesen. Nach Prof. Heissig, München (pers. comm.) handelt es sich um einen Paramyidenmolar und dürfte einer der ältesten Nagernachweise in Deutschland sein. Die exakte stratigraphische Position der Funde ist noch ungesichert, ein Alter zwischen Unter- und Mitteleozän ist sehr wahrscheinlich. Die Gastropoden sind denen des Geiseltals sehr nahestehend. Da die Arbeiten erst noch am Anfang stehen und sich inzwischen einige Spezialisten für das Material interessieren, wird sich der

Abb.73: Abb. 74: Eozäne Karpoflora aus der ersten Phase der Bearbeitung (Proben von 2007) des Karsdorfer Karstsystems.

1-2 *Nyssa* sp. 2, 3 *Mastixia* sp., 4 *Nyssa* sp. 3, 5-6 *Nyssa* sp. 1, 7 *Alnus* sp. 1, 8 *Mastixia* sp., 9a-e *Sinomenium* cf. *cantalense* (REID) DOROFEEV, 10 *Nyssa* sp. 1, 11 *Mastixia* sp., 12 *Prabaena* cf. *europaea* CZECKZOTT & SKIRGIELLO, 13 *Vitis* cf. *lusatica* CZECKZOTT & SKIRGIELLO, 14 *Vitis* sp. 1, 15 *Carpolithus* sp., cf. *Ceratophyllum* sp., 17 *Tinospora wilkinsonii* CHANDLER, 18 cf. *Calamus daemonorops* (UNGER) CHANDLER, 19 *Eurya stigmosa* (LUDWIG) MAI, 20 *Hypericum* cf. *tertiaerum* NIKITIN. Taf. 1 aus HENNIGER, LEDER & MÜLLER, 2011.



Henniger, M., Leder, R. M., Müller, A., GPS UNI Leipzig, 2010

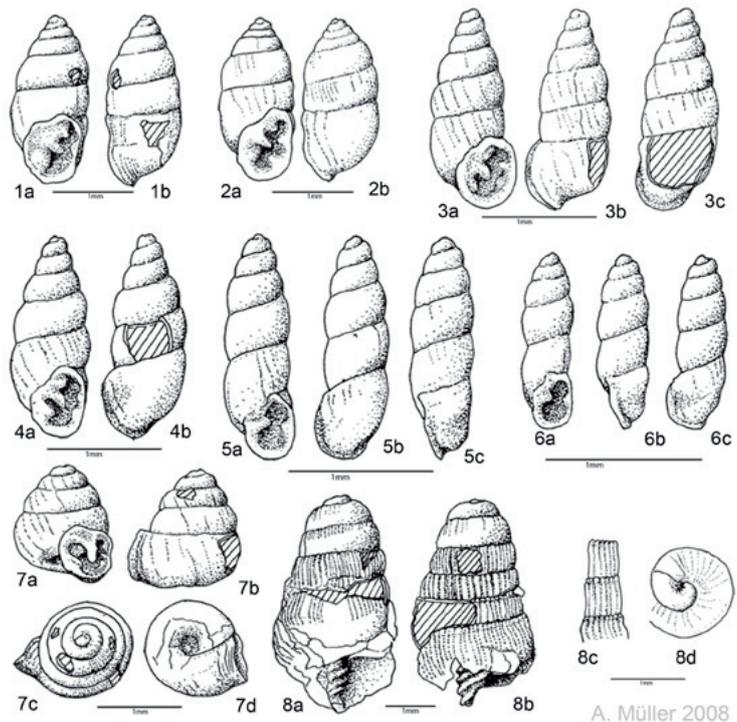


Henniger, M., Leder, R. M., Müller, A., GPS UNI Leipzig 2010

Abb. 74: Eozäne Vertebratenreste und Mollusken aus der ersten Phase der Bearbeitung (Proben von 2007-2009) des Karsdorfer Karstsystems. 1 Kralle, noch bestimmt, 2 Pleurale einer Schildkröte (Testudinidae), 3 Humerusfragment und 4 Phalange von Anuren, 5 juveniler Krokodilzahn (*Diplocynodon?*), 6 Prämolare eines frühen Nagers (Paramyidae),

7 *Australorbis* cf. *pseudoammonius* (SCHLOTHEIM), 8 *Archaeogopsis* sp., 9/10 *Ancylus* cf. *dutemplei* DESHAYES, 11 *Galba* cf. *aquensis* ssp. 12 *Carychiopsis* cf. *carbonaria* WENZ, 13 *Carychiopsis* sp. 2, 14 *Australorbis* cf. *pseudoammonius* (SCHLOTHEIM), juvenil. Taf. 3 aus HENNIGER, LEDER & MÜLLER, 2011.

Abb. 75: Gastropoden aus der Karstfüllung: 1-2 *Carychiopsis* cf. *carbonarius* Wenz, 3-4 *Carychiopsis* sp. 1, 5-6 *Carychiopsis* sp. 2, 7 cf. *Vertiginidae* indet., 8 *Vertiginidae*? indet.

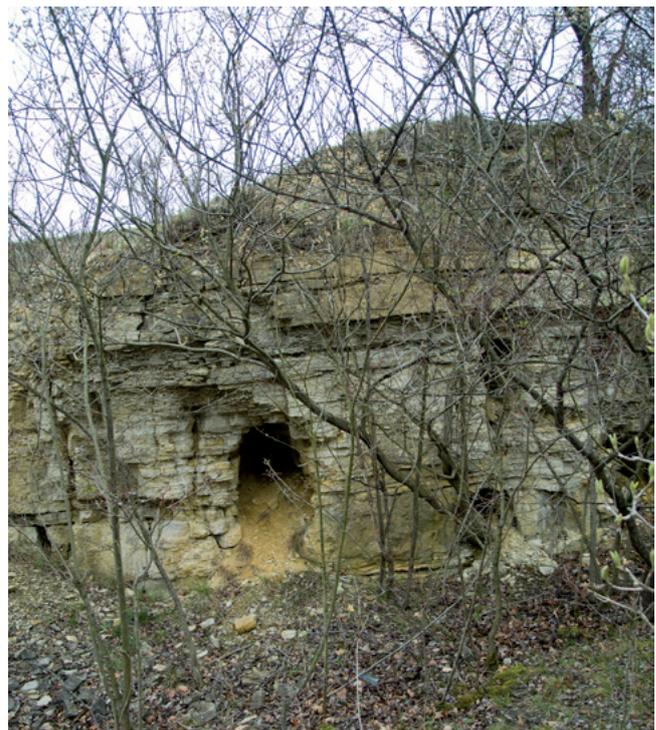


Kenntnisstand in den kommenden Jahren sicher erheblich verbessern. 2012 wurden während einer Grabungswoche weitere Proben mit zahlreichen Molluskenresten gewonnen, erstmals auch kleine Muscheln. Das Auslesen der voluminösen Schlämmrückstände ist aber sehr aufwendig und nimmt viel Zeit in Anspruch.

Die eozänen Karstfüllungen von Karsdorf mit ihren Fossilien belegen das hohe Potential der Querfurter Platte, Fossilien in paläogenen Karstfüllungen im Muschelkalk zu finden. Es ist nur eine Frage der Gelegenheiten und dass im richtigen Moment jemand mit den richtigen Intuitionen vor Ort ist.

Punkt 3: Muschelkalk mit Karsterscheinungen bei Freyburg (Reußen/Neue Göhle)

Ein kurzer Zwischenstopp an der B180 kurz vor Freyburg ist tertiären Karsterscheinungen im Schaumkalk (U. Muschelkalk) gewidmet. am Höhenpunkt „Reußen“ rechts (SW) der B180 ist ein Steinbruch im U. Muschelkalk (Terebratelzone bis zur Schaumkalkzone) aktiv. In der Terebratelzone sind in den vergangenen Jahren immer wieder Karsterscheinungen angeschnitten worden: horizontale Kanäle (Abb. 76), die stellenweise tertiäre Flusskiese enthalten haben. Die tertiären (paläogenen) Schotter sind reine Quarzkiese mit bis etwa 3% (meist weniger) schwarzen Kieselschiefern (Herkunft Nordböhmen u. Ostthüringen). Südlich von Naumburg sind sie bereits flächig auf Muschelkalk verbreitet und liegen dem tiefgründig verwitterten Muschelkalk direkt auf. Im Freyburger Raum sind sie bereits erodiert und ihre Spuren finden sich nur noch als eingespülte oder nachgebrochene Reste in den unterirdischen Gängen des Karstsystems. Auf der anderen Seite (NE) der B180, in einem kleinen Steinbruch im Schaumkalk, sind derzeit solche Gänge aufgeschlossen (Abb. 77). Das Alter dieser Karstbildungen ist unsicher. Hier in oberflächennaher Position ist auch mit jüngerem Karst bis in die pleistozänen Warmzeiten zu rechnen.



Punkt 4: Tagebaurestloch Zwenkau am Kap Zwenkau

Die meisten Braunkohletagebaue im Süden von Leipzig („Weiße-Stein-Becken“) sind nach der Wende eingestellt worden, darunter die wegen ihrer fossilreichen Profile in der Böhlen-Formation bekannten Tagebaue Cospuden,

Abb. 76: u. 77: Anschnitte eines Karstsystems bei Freyburg/Unstrut. 76: Anschnitt eines horizontalen Kanals in der Terebratelzone des Steinbruchs am Reußen. Darin wurden tertiäre Kiese gefunden.

77: Karsthohlraum in der Schaumkalkzone in einem alten Steinbruch am Rande des Waldgebietes Neue Göhle.

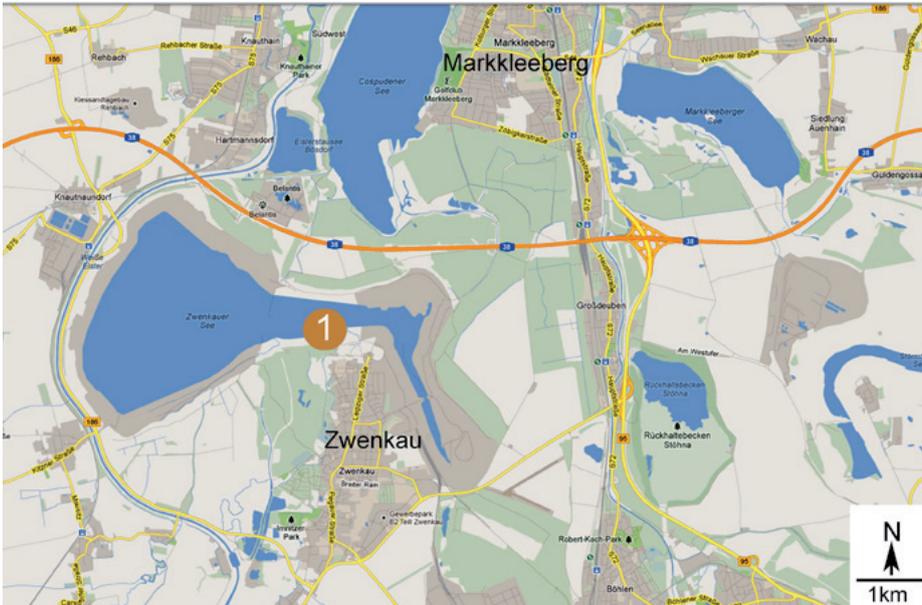


Abb. 78: Lage des Aufschlussbereichs am Restloch Zwenkau.

Espenhain und Zwenkau. Derzeit sind noch die beiden MIBRAG-Tagebaue Vereinigtes Schleenhain und Profen (Letzterer mit neuen Baufeldern) aktiv. Der Tagebau Cospuden als nördliche Erweiterung des Tagebaus Zwenkau ist als erster rekultiviert und geflutet worden. Dort existieren keine Aufschlüsse mehr. Durch die Aufschüttung des Dammes für die Autobahn A38 ist der Tagebau in zwei inzwischen geflutete Restlöcher (Seen) unterteilt: im Nordwesten der Markkleeberger See und im Südosten der Störmthaler See. Am Markkleeberger See sind inzwischen keine Aufschlüsse mehr vorhanden. Was nicht unter der Wasserlinie verschwunden ist, wurde rekultiviert und begrünt. Am Störmthaler See, der kurz vor Erreichen des Endwasserstandes steht, sind an der Nordostböschung noch Restaufschlüsse im Quartär vorhanden, sowie im Südosten („Grunaer Halbinsel“) noch kleine Aufschlüsse in den marginalmarinen, unteroligozänen Meeressanden („Formsande“). Sie sind entkalkt und enthalten außer einer Ichnofauna keine marinen Fossilien.

Der Tagebau Zwenkau (Abb. 78) ist im Moment in Flutung und wird in den nächsten Jahren seinen Endwasserstand erreichen. Derzeit sind vom Profil (Abb. 79) noch die Schichten im Grenzbereich Zwenkau-/Markkleeberg-Subformation rund um den Phosphoritknollenhorizont aufgeschlossen. Sammler haben in den vergangenen Jahren auf der Suche nach den häufigen Haizähnen gegraben und Schürfe angelegt. Daher bietet sich hier eine letzte Gelegenheit, wenigstens noch einen Teil dieses wichtigen Profils besuchen zu können. Bis 2014 wird dann auch dieser Teil unter dem Wasserspiegel verschwunden sein. Fauna und Stratigraphie der Böhlen-Formation sind ausführlicher in MÜLLER (2008) behandelt worden.

Der Tagebau Zwenkau erschloss zwischen etwa 1970 und 1980 an seiner Westseite (etwa auf der Höhe des Elsterstausees und von Belantis) eines der interessantesten Profile der Region (MÜLLER, 1983) mit durchgehend

fossilführenden Sedimenten in der Zwenkau-Subformation. Dieses Profil ist der Abb. 79 zugrunde gelegt worden.

Unter Ausfall (Erosion) marginalmariner Schichten über dem Böhlener Oberflöz, wie sie im Osten (Restloch Störmthale) noch weit verfolgbar sind, liegt hier der fossilführende Transgressionskies direkt auf der Braunkohle des Oberflözes, lokal mit tiefen Auskolkungen.

Der Basissand der Zwenkau-Subformation hat eine reiche Fauna geliefert, die heute in der regionalen Interpretation eine wichtige Rolle spielt. Die Molluskengemeinschaft ist typisch für tieferen Rupelton, wie er etwa von Amsdorf bekannt ist.

Auch einige Bezüge zum Magdeburger Sand sind noch zu erkennen. Im Sand kommt bereits, wenn auch noch selten, die Pteropodenart *Praehyalocylis laxeanulata* (LUDWIG, 1864) vor. Im hangenden Bereich des Mittleren Zwenkau-Schluffs ist sie dann massenhaft gefunden worden (MÜLLER, 1983). Somit läßt sich dieser Bereich in den oberen Rupel 2 einordnen (*Praehyalocylis*-Event).

Über dem M. Zwenkau-Schluff, nach einem markanten Sedimentwechsel, setzt das Profil zunächst mit einer Serie grünlicher, glaukonitischer Schluffe fort, die eine nahezu monotypische *Drepanocheilus*-Gemeinschaft enthalten. Ganz oben setzt wieder größerer Fossilreichtum ein, verbunden mit dem Auftreten autochthoner Phosphorite. Hier ist eine interessante Faunendifferenzierung ermittelt worden (Müller, 1983), deren Ursachen bis heute nicht ganz klar sind. Folgende Typen wurden ermittelt:

- Monotypische *Arctica*-Gemeinschaft.
- Monotypische *Thracia*-Gemeinschaft.
- Monotypische *Drepanocheilus*-Gemeinschaft.
- Nahezu monotypische *Portlandia*-Gemeinschaft.

Arctica und *Drepanocheilus* sind auch in den allochthonen Phosphoriten des Phosphoritknollenhorizontes häufig zu finden gewesen, während die *Thracia*- und die *Portlandia*-Gemeinschaft nur ganz lokal am Nordwestrand des Tagebaus Zwenkau bzw. Südrand des Tagebaus Cospuden beobachtet wurde.

Nach Beobachtungen im Tagebau Cospuden sind ganz erhebliche Mengen der Phosphorit-führenden Sande aufgearbeitet worden, um die zur Bildung der dichten Packung des allochthonen Phosphoritknollenhorizontes notwendigen Phosphorite zu liefern. Dabei ist es natürlich auch zur Konzentration phosphatischer Fossilien gekommen, vor allem Haizähne.

Im Muschelschluff über dem Phosphoritknollenhorizont kommt eine reiche Fauna des höheren Septarientons vor mit *Scalaspira villana* (Philippi, 1847) und *Cochlespira volgeri* (PHILIPPI, 1847) als stratigraphisch aussagefähige Taxa. Zusätzlich ist das Auftreten der Pteropodenart *Limacina umbilicata* (Bornemann, 1855) als Index für hö-

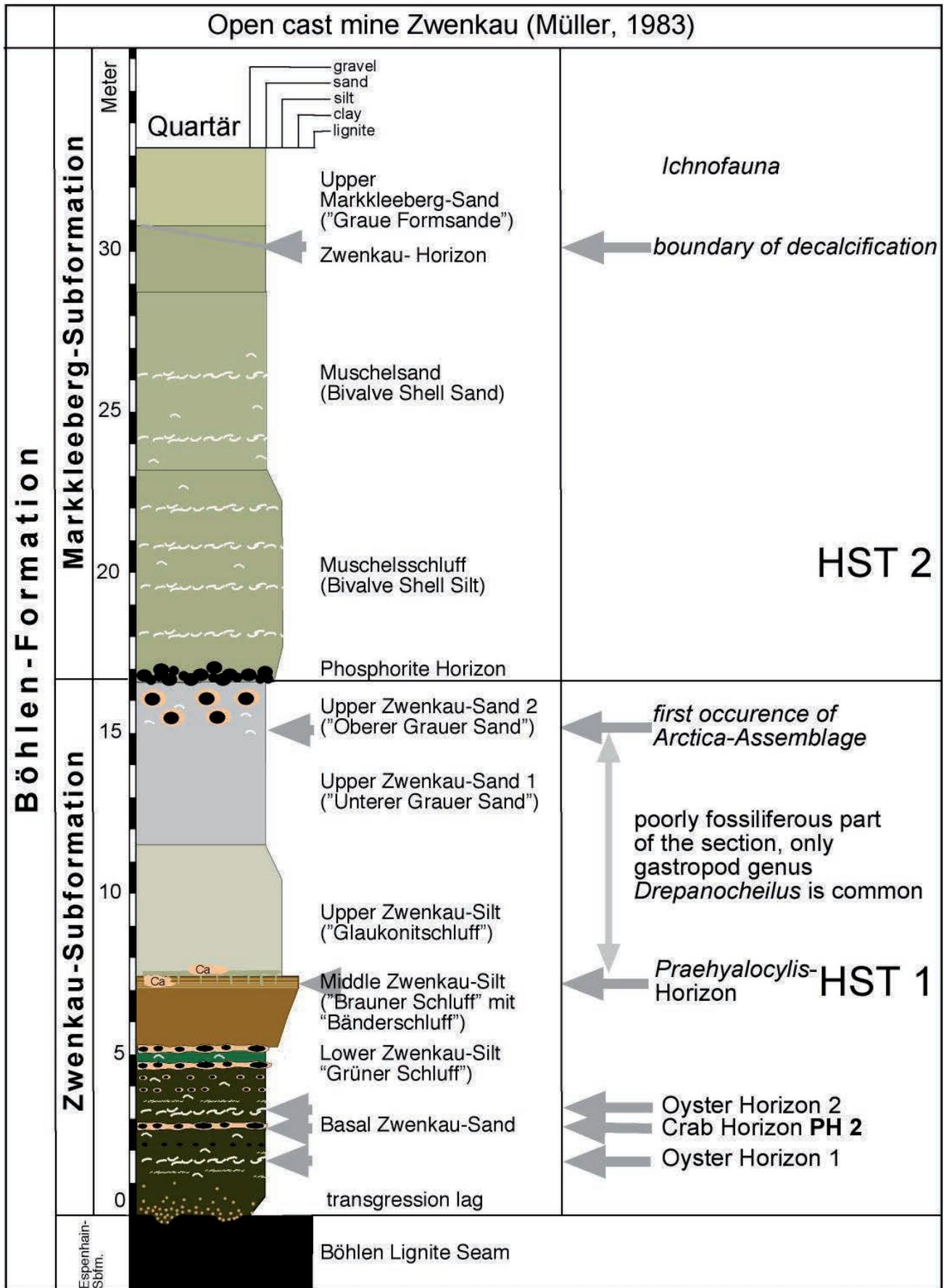


Abb. 79: Profil der Böhlen-Formation im Tagebau Zwenkau (Westseite). nach MÜLLER, 1983, umgezeichnet.



Abb. 80: Tagebau Zwenkau 2005: Aufschluss reicht vom Böhlener Oberflöz (A) über den Basissand der Zwenkau-Subfm. bis zum Oberen Schluff („Glaukonitschluff“, D). Der kompakte „Bänderschluft“ bildet den Absatz bei C.



Abb. 81: Teilskelett einer Seekuh (*Halitherium* sp.). Grabung Zwenkau 2005, Basis des oberen Schluffes („Glaukonitschluff“).



Abb. 82: Herbst 2009 etwa am gleichen Platz: im Zuge der Flutung geht hier gerade das fein laminierte hangende Teil des mittleren Zwenkau-Schluffes unter.

heren Rupelton zu werten.

Inzwischen ist das Profil des Leipziger Südraumes vielfach bearbeitet worden und zahlreiche Publikationen sind seither erschienen (siehe Literaturverzeichnis).

Bis jetzt lieferte der Tagebau Zwenkau immer wieder einmal besonders interessante Funde aus der Zwenkau-Subformation: Im Zwenkau-Schluff konnten 1996 artikulいたete Reste eines Sandtigerhais, *Carcharias cuspidata* (AGASSIZ, 1843), geborgen werden. Einige Jahre später wurden Seekuhskelette (*Halitherium* sp.) im Zwenkau-Schluff 3 („Glaukonitschluff“) entdeckt, ausgegraben und mühevoll konserviert (Pyritkonservierung). 2012 fand ein Sammler das vollständige Skelett einer großen Bonitos (*Sarda* sp.). Bis zum letzten Moment kommen also immer noch überragende Funde. Für die Diskussion vor Ort



Abb. 83: Aufschluss in der Nähe von Kap Zwenkau. Auf der „Eicholzschwelle“ (Prätertiärhochlage) liegt der einzige Punkt, wo auch nach Flutung des Restloches noch der Phosphoritknollenhorizont über dem Seespiegel liegen wird. A graue Sande, B Phosphoritknollenhorizont, C Muschelschluff und D pleistozäne Elsterschotter (mit kryogenen Strukturen).

Abb. 84: Wie Kanonenkugeln werden die Phosphorite bei schwerem Regen aus dem Sediment gewaschen.





Abb. 85: Panorama des Restloches Zwenkau von Osten her (an der Bundesstraße B2). Das Panorama wurde im April 2010 aufgenommen. Inzwischen sind große Teile der „Insel“ in der Bildmitte schon untergegangen. In etwa 2 Jahren werden auch die letzten Grabungsstellen der Fossilensammler unter dem Wasserspiegel versunken sein. Dann ist die Ära guter Aufschlussverhältnisse in der marinen Schichtenfolge der Böhlen-Formation definitiv beendet.

empfehlen sich die folgenden Schwerpunkte:

- Rupelhaupttransgression und heterochrone Transgressionsfläche in Mitteldeutschland
- Faziesdifferenzierung und Lithostratigraphie im Südraum von Leipzig.
- Pteropodenkorrelation Zwenkau-Amsdorf.

Literatur

- ALBERT, C. v. (1867): Die Steinsalzlagerung bei Schönebeck und Elmen.- Z. dt. geol. Ges., **19**: 373-399.
- BALASKE, P. (1992): Nachweis mariner und marin beeinflusster Sedimente in den Zwischenmittel der eozänen Braunkohlen bei Aschersleben in der östlichen subherzynen Senke. 3/4 Zbl. Geol. Paläont., Teil I, **12**: 2953-2962.
- BECK, T., METZGER, T. & FREIWALD, A. (2006): BIAS - Biodiversity Inventorial Atlas macrobenthic seamount animals.- OASIS Deliverable 25 Final Report: 1-124.
- BEYRICH, E. (1848): Zur Kenntnis des tertiären Bodens der Mark Brandenburg.- Arch. Min. Geogn. Bergb. Hüttenk. (Karsten's Archiv), **22**: 3-102; Berlin.
- BEYRICH, E. (1853-1856): Die Conchylien des norddeutschen Tertiärgebirges.- Z. dt. geol. Ges., **5**: 273-358, Taf. 4-8 (1853); **6**: 408-500, Taf. 9-14 (1854); 726-781, Taf. 15-18 (1854); **8**: 21-88, Taf. 1-10 (1856); 553-588, Taf. 15-17 (1856); Berlin.
- BEYRICH, E. (1856): Über den Zusammenhang der norddeutschen Tertiärbildungen.- Abh. d. k. Akad. d. Wiss. Berlin 1856 (Physik. Abh.): 1-20; Berlin.
- BLUMENSTENGEL, H., KRUTZSCH, W. & VOLLAND, L. (1996): Revidierte Stratigraphie tertiärer Ablagerungen im südlichen Sachsen-Anhalt. - Teil 1: Raum Halle- Merseburg. - Hall. Jb. Geowiss. B, Beih. 1: 1-101; Halle/Saale.
- BLUMENSTENGEL, H. & KRUTZSCH, W. (2008): Tertiär.- in Bachmann, Ehling, Eichner und Schwab (ed.): Geologie von Sachsen-Anhalt: 267-292; Stuttgart.
- BLUMENSTENGEL, H. & KRUTZSCH, W. & VOLLAND, L. (2002): Exkursionsführer in das Tertiär des Tagebaues Amsdorf.- Exkursionsf. u. Veröff. GGW, 216 (2002) 29-49, 11 Abb., 1 Tab.; Berlin.
- BLUMENSTENGEL, H. & THOMAE, M. & FRELLSTEDT, H. (Ed.) (2002): Das tertiär von Röblingen.- Exkursionsf. u. Veröff. Ges. Geowiss., **216**: 1-51; Berlin.
- BLUMENSTENGEL, H. & UNGER, K.-P. (1993): Zur Stratigraphie des flözführenden Tertiärs der Egelner Mulden.(Sachsen-Anhalt).- Geol. Jb., A **142**: 113-129.
- BLUMENSTENGEL, H. & WELLE, J. (1996): Der Tagebau Amsdorf.- Terra Nostra, **96** (5): 118-126, 1 Tab.; Leipzig.
- BÖHME, M. (2001): Die Landsäugerfauna des Unteroligozäns der Leipziger Bucht – Stratigraphie, die Genese und Ökologie.- N. Jb. Paläont. Geol. Abh., **220** (1): 63-82; Stuttgart.
- BÖHME, M. & ANTONOW, M. (1994): Entelodon deguilheimi REPELIN, 1918 (Mammalia, Entelodontidae), ein bedeutender Säugetierfund aus dem Tagebau Espenhain.- Veröffentlichungen Naturkundemuseum Leipzig, **12**: 23-26; Leipzig.
- BORNEMANN, J.G. (1860): Bemerkungen über einige Foraminiferen aus den Tertiärbildungen der Umgegend von Magdeburg.- Z. Dtsch. Geol. Ges., **12**: 156-160; Berlin.
- DUCKHEIM, W. (1999): Molluskenfauna aus dem Rupelium (Unteroligozän) des Tagebaues Espenhain südlich von Leipzig. - Altenb. Naturwiss. Forsch., **12**: 87-95.
- DUCKHEIM, W., JAESCHKE, A. & WELLE, J. (1999): Mollusken aus dem Unteroligozän (Rupelium) des Tagebaues Cosputen bei Leipzig. - Altenb. Naturwiss. Forsch., **12**: 3-75; Altenburg.
- DE MAN, E. M. (2006): Benthic foraminifera biofacies analysis and stable isotopes of the Middle Eocene to Oligocene successions in the southern North Sea Basin. Tools for stratigraphy and for reconstruction of extreme climate changes.- Ph-D Thesis (unveröff.), Universität Leuven, Belgium: 375 S., 19 Taf.
- DE MAN, E.M., IVANY, L. & VANDENBERGHE, N. (2004): Stable oxygen isotope record of the Eocene-Oligocene transition in the southern North Sea Basin: positioning the Oi-1-Event.- Netherlands Journal of Geosciences, **83** (3): 193-197.
- EBERT (1889): Die Echiniden des nord- und mitteldeutschen Oligozäns.- Abh. geol. Spezialkarte Preußen, 9 (1889), 1: 80 S., 10 Taf.; Berlin.
- ENGERT, L. (1958): Das Tertiärprofil von Böhlen.- Ber. Geol. Ges. DDR, **3** (2-3): 139-143; Berlin.
- FECHNER, G.G. (1995a): Fazielle und palynoökologische Untersuchungen in den Böhleener Schichten („Mitteloligozän“) der Leipziger Tieflandsbucht – ein Statusbericht.- Documenta naturae, **99**: 1-78; München.
- FECHNER, G.G. (1995b): Fazies und Palynologie einiger konkretionärer Bildungen aus „mitteloligozänen“ Ablagerungen südlich von Leipzig.- Z. geol. Wiss., **23** (1/2): 85-94; Berlin.
- FISCHER, K. (1983a): *Stenoplesictis* (Viverridae, Carnivora, Mammalia) aus dem marinen Mitteloligozän der Braunkohlentagebaue des Weißelsterbeckens (Bezirk Leipzig, DDR).- Schriftenr. geol. Wiss., **19/20**: 209-215, 1 Taf.; Berlin.
- FISCHER, K. (1983b): *Oligostrix rupeliensis* n. gen., n. sp., eine neue Ureule (Protostrigidae, Strigiformes, Aves) aus dem marinen Mitteloligozän des Weißelsterbeckens bei Leipzig (DDR).- Z. geol. Wiss., **11**; Berlin.
- FISCHER, K. (1983c): Möwenreste (Laridae, Charadriiformes, Aves) aus dem mitteloligozänen Phosphoritknollenhorizont des Weißelsterbeckens bei Leipzig (DDR).- Mitt. zool. Mus. Berlin, **59**, Suppl. Ann. Orn. 7; 151-155; Berlin.
- FISCHER, K. (1985): Ein albatrosartiger Vogel (*Diomedeoides minimus* nov. gen., nov. sp., Diomedeoidae nov. fam., Porcellariiformes) aus dem Mitteloligozän bei Leipzig (DDR).- Mitt. Zool. Mus. Berlin, **61**, Suppl. Ann. Orn. 9; 113-118; Berlin.
- FISCHER, K. & KRUMBIEGEL, G. (1982): *Halitherium schinzi* KAUP, 1838 (Sirenia, Mammalia) aus dem marinen Mitteloligozän des Weißelsterbeckens (Bezirk Leipzig, DDR).- Hall. Jb. Geowiss., **7**: 73-96; Halle/Saale.

- FRANKE, A. (1925): Die Foraminiferen des norddeutschen Unter-Oligocäns mit besonderer Berücksichtigung der Funde an der Friedrich-Ebert-Brücke in Magdeburg.- Abh. Ber. Mus. Naturkd. Magdeburg, **4**: 146-190; Magdeburg.
- FRANKE, A. (1939): Die Bryozoen des Unteroligocäns von Magdeburg.- Abh. Ber. Mus. Naturkd. Magdeburg, **7** (1): 59-67, 2 Taf.; Magdeburg.
- FRANKE, D. (2012): Regionale Geologie von Ostdeutschland - Ein Wörterbuch.- Website www.regionalgeologie-ost.de.
- FREES, W.B. (1991): Beiträge zur Kenntnis von Fauna und Flora des marinen Mitteloligozäns bei Leipzig.- Altenburger Naturw. Forsch., **6**: 74 S., 11 Ill., 43 Abb., 3 Tab.; Altenburg.
- FREES, W.B. (1992): Haie, Rochen und Chimaeren aus dem mitteloligozänen Meeressand von Leipzig.- Aufschluss, **43**: 195-214; Heidelberg.
- GIEBEL, C. (1858): Tertiäre Conchylien aus dem Bernburgischen.- Z. ges. Naturw., **12** (1858): 422-446; Berlin.
- GIEBEL, C. (1863): *Limulus decheni* Zincken im Braunkohlensandstein bei Teuchern. Z. ges. Naturwiss., **21**: 64-68; Berlin.
- GIEBEL, C. (1864): Die Fauna der Braunkohlenformation von Latdorf bei Bernburg. Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle, **8**: 183-275; Halle.
- GRAMMANN, & v. DANIELS (1993): Mikropaläontologischer Bericht (zu Proben aus dem Rupelton von Amsdorf). Unveröff. Bericht BGR Hannover, Referat 2.41 Stratigraphie, Paläontologie: 3 S.; Hannover.
- GRIMM, K. I. (1993): Mikroskieren aus der Familie der Geodiidae GRAY 1867 (*Demospongia*, *Chorista*) aus dem Oligozän der Leipziger Bucht und des Mainzer Beckens.- Mainzer geowiss. Mitt., **22**: 141-144; Mainz.
- GRIMM, K. I. (1994): Paläoökologie, Paläogeographie und Stratigraphie im Mainzer Becken, im Oberrheingraben, in der Hessischen Senke und in der Leipziger Bucht während des Mittleren Rupeltons (Fischschiefer/Rupelium/Unteroligozän).- Mitt. Pollichia, **81**: 7-193; Bad Dürkheim.
- GRIMM, K. I. & BELLMANN, H.-J. (2000): Eine Foraminiferenfauna aus dem marinen Tertiär der Egelner Mulden (Obereozän-Oligozän / Sachsen-Anhalt).- Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. **82**, 235 - 244, 2 Abb., 1 Taf.; Stuttgart.
- GRIMM, K. I. & SCHINDLER, K. (1995): Zur Paläoökologie der Dinoflagellaten-Zysten und der Foraminiferen aus den Oberen Böhlener Schichten (höheres Rupelium) im Tagebau
- GRÜNDEL, J. (1997): Die Gastropodenfauna des Rupels von Amsdorf (westlich Halle).- Palaeontogr., **A 243**: 1-36, 21 Abb., 6 Taf.; Stuttgart.
- GRÜNDEL, J. & TEMBROCK, M.-L. (1994): *Fusinus (Gracilipurpura) elatior* (Beyrich 1848) und *Fusiturris* (n.sp.?) *amsdorfensis* n.sp. (Gastropoda) aus dem Oligozän des Nordsee-Beckens.- Paläont. Z., **68** (1/2): 33-41, 5 Abb.; Stuttgart.
- GRUNERT, B. (1960): Die Foraminiferen des im Tagebau Edderitz/Kreis Köthen aufgeschlossenen Rupeltonprofils unter besonderer Berücksichtigung der ökologischen und faziellen Wechselbeziehungen.- Freib. Forsch.-H., **C 86**: 49 S., 42 Abb., 5 Tab.; Berlin.
- GÜRS, K. & JANSSEN, A.W. (2004): Sea-level related molluscan plankton events (Gastropoda, Euthecosomata) during the Rupelian (Early Oligocene) of the North Sea Basin.- Netherlands Journal of Geosciences, **83** (3): 199-208, 5 Abb.
- HAQ, B. U., HARDENBOL, J. & VAIL, R. P. (1987): Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic.- Science, **235**: 1156 - 1166.
- Hausmann, H. (1964/65): Foraminiferenfauna und Feinstratigraphie des mitteloligozänen Septarientons im Raum zwischen Magdeburg und Dessau.- Hecynia, N.F., **1**: 314-419; Leipzig.
- HENNIGER, M. & LEDER, R. M. (2008): Paläogene Floren der Querfurter Mulde.- Mauriana **20** (2): 229-251; Altenburg.
- HENNIGER, M., LEDER, R. M. & MÜLLER, A. (2011): Paläogene Fossilien aus einer Karstschlotte im Unteren Muschelkalk von Karsdorf an der Unstrut (Sachsen-Anhalt, Burgenlandkreis).- Z. dt. Ges. Geowiss., **162** (3): 317-332; Stuttgart.
- HUCKE, K. & VOIGT, E. (1929): Beiträge zur Kenntnis des norddeutschen Septarientones.- Z. Dtsch. Geol. Ges., **81**: 159-168; Berlin.
- KIESEL, Y. (1962): Die oligozänen Foraminiferen der Tiefbohrung Dobbertin (Mecklenburg). Ein Beitrag zur Feinstratigraphie des mitteldeutschen Rupels.- Freiburger Forsch.-H., **C 122**: 123 S., 1 Abb., 12 Taf., 3 Tab.; Berlin.
- KIESEL, Y. & LOTSCH, D. (1969): Zur stratigraphischen Gliederung des Tertiärs nach Foraminiferen und anderen Elementen der Mikrofauna.- In: Lotsch, D., Krutzsch, W., Mai, D.-H., Kiesel, Y. & Lazar, E. (ed.): Stratigraphisches Korrelationsschema für das Tertiär der Deutschen Demokratischen Republik.- Abh. ZGI, **12**: 66-112; Berlin.
- KOKEN, E. (1884): Ueber Fisch-Otolithen, insbesondere über diejenigen der norddeutschen Oligocän-Ablagerungen.- Z. dt. geol. Ges., **36**: 500-565, 12 Taf.; Berlin.
- KOKEN, E. (1891): Neue Untersuchungen an tertiären Fisch-Otolithen. II.- Z. dt. geol. Ges., **43**: 77-153, 27 Abb., 10 Taf.; Berlin.
- KOENEN, A. von (1863): Über die Oligocän-Tertiärschichten der Magdeburger Gegend.- Z. Dtsch. Geol. Ges., **15**: 611-618; Berlin.
- Koenen, A. von (1865): Die Fauna der unteroligozänen Tertiärschichten von Helmstedt bei Braunschweig.- Z. dt. Geol. Ges., **17**: 459-534, 2 Taf.; Berlin.
- KOENEN, A. von (1867-1868): Das marine Mittel-Oligocän Norddeutschlands und seine Mollusken-Fauna.- Palaeontogr., **16** (2): 53-128, Taf. 6-7 (1867); (3): 145-158, Taf. 12-14 (1867); (6): 223-295, Taf. 26-30 (1868); Kassel.
- KOENEN, A. von (1889-1894): Das norddeutsche Unteroligozän und seine Molluskenfauna.- Abh. geol. Spez.-Kte. v. Preuß. etc., **10** (1): 1-280, Taf. 1-23 (1889); (2): 281-574, Taf. 24-39 (1890); (3): 575-818, Taf. 40-52 (1891); (4): 819-1004, Taf. 53-62 (1892); (5): 1005-1248, Taf. 63-86 (1893); (6): 1249-1392, Taf. 87-99 (1894); (7): 1393-1458, Taf. 100-101 (1894); Berlin.
- KÖTHE, A. (1990): Paleogene Dinoflagellates from the Northwest Germany - Biostratigraphy and Paleoenvironment.- Geol. Jb., **A 118**: 109 S.
- KÖTHE, A. (2005): Korrelation der Dinozysten-Zonen mit anderen biostratigraphisch wichtigen Zonierungen im Tertiär Norddeutschlands.- Revue de Paléobiologie, **22** (2): 895-923, 18 Abb.
- KRUMBIEGEL, G., RÜFFLE, L. & HAUBOLD, H. (1983): Das eozäne Geiselthal.- Neue Brehm-Bücherei: 227S., 175 Abb., Wittenberg (A. Ziemsen Verlag).
- KRUTZSCH, W. (2000): Stratigraphische Tabelle Oberoligozän und Neogen (marin - kontinental).- Berliner geowiss. Abh., **E 34**, 153-165; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (2008): Die Bedeutung der fossilen Pollengattung *Mediocolpopollis* Krutzsch 1959 (Fam. Santalaceae) für die Gliederung des Obereozän im mitteldeutschen Ästuar.- Hallesches Jab. Geowiss., Bh. **25**: 103 S.; Halle (Saale).
- KRUTZSCH, W., BLUMENSTENGEL, H., KIESEL, Y. & RÜFFLE, L. (1992): Paläobotanische Klimagliederung des Alttertiärs (Mittelozeän bis Oberoligozän) in Mitteldeutschland und das Problem der Verknüpfung mariner und kontinentaler Gliederungen. - N. Jb. Geol., Paläont. Abh. **186** (1-2): 137-253; Stuttgart.
- Kunert, R. & Lenk, G. (1964): Das Tertiär nördlich der Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke.- Geologie, **13** (4): 403-428, Berlin.
- KUSTER-WENDENBURG, E. (1973): Die Gastropoden aus dem Meeressand des Mainzer Beckens.- Abh. Hess. Landesmuseum für Bodenforschg., **67**: 170 S., 8 Taf., Wiesbaden.
- KUNZ, N. (2002): Setzungen der Strompfeiler der Kanalbrücke über die Elbe.- Vortrag 5 Kolloquium 16.05.2002, Bundesanstalt für Wasserbau, File im Internet unter: <http://www.baw.de/vip/abteilungen/wbk/event/2002-05-16/vortrag5.pdf>
- KUTSCHER, M. (1985): Die Echinodermen des Magdeburger Grünsandes (Mittel-Oligozän).- Abh. u. Ber. Naturkd. Vorgesch. **12** (6): 3-14, 3 Taf.; Magdeburg.
- LASKAR, J., JOUTEL, F. & BOUDIN, F. (1993): Orbital, precessional, and insolation quantities for the -20Myr to +10Myr.- Astron. Astrophys., **270**: 522-533.
- LASKAR, J., ROBUTEL, P., JOUTEL, F., GASTINEAU, M., CORREIA, A.C.M. & LEVRARD, B. (2004): A long term numerical solution for the insolation quantities of the Earth.- Astronomy & Astrophysics manuscript no. La2004. 26 S.
- LOTSCH (1981): Fachbereichsstandard TGL 25 234/08 Stratigraphische Skala der DDR; Tertiär.- Zentr. Geol. Inst. Berlin (unveröffentlicht).
- MAI, D.H. & WALTHER, H. (1991): Die oligozänen und untermiozänen Floren NW-Sachsens und des Bitterfelder Raumes.- Abh. Staatl. Mus. Geol. Mineral. Dresden, **38**: 230 S.; Dresden.
- MARQUET, R., LENAERTS, J., KARNEKAMP, C. & SMITH, R. (2008): The molluscan Fauna of the Borgloon Formation in Belgium (Rupelian, Early Oligocene). - Palaeontos, **12**: 100 S., 14 Abb., 5 Tab., 22 Taf.
- MARTINI, E. & RITZKOWSKI, H. (1968): Was ist das „Unteroligozän“?.- Nachr. Akad. Wiss. Göttingen (II. math.-phys. Kl.), **1968** (13): 231-250, 3 Tab., 1 Taf.; Göttingen.
- MÜLLER, A. (1983): Fauna und Paläoökologie des marinen Mitteloligozäns

- der Leipziger Tieflandsbucht (Böhleener Schichten).- Altenb. naturwiss. Forsch., **2**: 152 S., 14 Abb., 3 Tab., 35 Taf.; Altenburg.
- MÜLLER, A. (2008): Obereozäne und oligozäne marine Faunen Mitteldeutschlands – eine Übersicht. Mit einer lithostratigraphischen Neugliederung des Unteroligozäns im Südraum Leipzig.- Z. dt. Ges. Geowiss., **159**(1): 23-79, 19 Abb., 1 Tab., 10 Taf.; Stuttgart.
- MÜLLER, A. (2011a) Der Steinbruch Mammendorf bei Magdeburg - Ein Felslitoral der unteroligozänen Nordsee.- *Geologica Saxonica*, **57** (2011), 3-120.
- MÜLLER, A. (2011b): First record of fossil Cornisepta *Mc Lean*, 1998 (Gastropoda: Fissurellidae) from the early Oligocene of Mammendorf (Sachsen-Anhalt, Central Germany).- *Arch. Molluskenkunde*, **140** (2), 239-244, 7 Fig.
- MÜLLER, A. & ROSENBERG, A. (2000): Fischotolithen (Pisces: Teleostei) aus dem Unteroligozän Mitteldeutschlands.- *Leipziger Geowiss.*, **12**: 712-141, 19 Abb., 1 Tab., 7 Taf.; Leipzig.
- NUGGLISCH, K. & SPIEGLER, D. (1991): Die Foraminiferen der Typokalität Latdorf (Nord-Deutschland, Unter-Oligozän).- *Geologisches Jahrbuch*, **A 128**, 179-229, 2 Abb., 2 Tab., 14 Taf.; Hannover.
- PHILLIPI, R. A. (1843): Beiträge zur Kenntnis der Tertiärversteinerungen des nordwestlichen Deutschlands.- *85 S.*, 4 Taf.; Kassel (Fischer).
- PHILLIPI, R. A. (1846-1847): Verzeichnis der in der Gegend von Magdeburg aufgefundenen Tertiärversteinerungen.- *Palaeontogr.*, **1** (1): 42-44 (1846); (2): 45-90 (1847); Kassel.
- REGIUS, K. (1948): Vier kleine Mitteilungen über den Untergrund der Stadt Magdeburg.- *Mitt. Mus. Naturkd. Vorgesch. Magdeburg*, **2**: 49-160; Halle (Saale).
- REGIUS, K. (1962): Fossilien aus dem Magdeburger Grünsand am Schroteplatz in Magdeburg.- *Abh. u. Ber. f. Naturkunde und Vorgesichte*, **11** (3): 39-41; Magdeburg.
- REUSS, A. E. (1855): Beiträge zur Charakteristik der Tertiärschichten des nördlichen und mittleren Deutschlands.- *Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Wien*, **18**; Wien.
- REUSS, A. E. (1867): Über einige Bryozoen aus dem deutschen Unteroligozän.- *Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Wien*; Wien.
- ROEMER, F. A. (1863): Beschreibung der norddeutschen tertiären Polyparien.- *Palaeontogr.*, **9** (1); Kassel.
- SANTELMANN, W. (1925): Die haleschen Braunkohlenlager in der Nietleben-Bennstedter Mulde.- *Jb. Hall. Verb.*, **6** (1927); Halle.
- SCHINDLER, K. (1996): Organische und kalkige Dinoflagellaten-Zysten aus den Böhlen-Schichten (Rupelium/Oligozän) der Leipziger Bucht (NW-Sachsen/Deutschland).- *Paläont. Z.*, **70** (1/2): 1-18; Stuttgart.
- SCHREIBER, A. (1871): Einige mitteloligozäne Brachiopoden bei Magdeburg.- *Zeitschrift für die Gesamten Naturwissenschaften (Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle)*, **37**: 60-62; Berlin.
- SCHREIBER, A. (1872a): Die mitteloligozänen Bryozoen des Grünsandes bei Magdeburg.- *Zeitschrift für die Gesamten Naturwissenschaften (Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle)*, **39**: 475-481; Berlin.
- SCHREIBER, A. (1872b): Die Entwicklungsstufen einiger Gastropodenformen im Mittel-Oligocän Magdeburgs.- *Zeitschrift für die Gesamten Naturwissenschaften (Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle)*, **39**: 59-62; Berlin.
- SCHREIBER, A. (1872c): Die Sedimente des Tertiärmeeres bei Magdeburg.- *Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins zu Magdeburg*, **3**: 21-26; Magdeburg.
- SCHREIBER, A. (1874): Beiträge zur Fauna des mitteloligozänen Grünsandes aus dem Untergrunde Magdeburgs.- *Schulprogramm Real-Gymnasium Magdeburg*, 22 S.; Magdeburg.
- SCHREIBER, A. (1884): Die Fauna des Grünsandes im Gebiete der Stadt Magdeburg.- *Abh. des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Magdeburg*, **5**: 32-39; Magdeburg.
- SPIEGLER, D. (1958): Die Nummuliten von Brandhorst b. Bünde und die Nummuliten von Latdorf, ein Beitrag zum Latdorf-Problem.- *Ber. Geol. Ges. DDR*, **3** (2/3): 1 Abb.; Berlin.
- SPIEGLER, D. (1965): Biostratigraphie des Rupels auf Grund von Foraminiferen im nördlichen Deutschland.- *Geologisches Jahrbuch*, **82**: 447-486.
- STIEBERITZ, G. (2007): Der Braunkohlebergbau der ROMONTA.- *Bergbau* **6**/2007: 264-265.
- STOLICZKA, F. (1862): Oligocäne Bryozoen von Latdorf in Bernburg.- *Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Wien*, **45**: 71-79; Wien.
- STOLICZKA, F. (1864): Kritische Bemerkungen zu Herrn F.A. Roemers Beschreibung der norddeutschen tertiären Polyparien.- *Neues Jb. Min. etc.*, 1864.
- STRÖWE, W. (1933): Das marine Mittel- und Oberoligozän auf der Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke.- *Jb. Hall. Verb. Erforsch. mitteldt. Bodenschätze*, **N. F. 12**: 35-166; Halle.
- STRAUSS, C. (1991): Taxonomie und Biostratigraphie des marinen Mikroplanktons mit organischer Wandung im im Oligo-Miozän Ostdeutschlands.- *Diss. Bergakademie Freiberg* (unveröffentlicht).
- THEODOR, M. (2011): Foraminiferen-Vergesellschaftungen an der Eozän/Oligozängrenze von Atzendorf bei Staßfurt (Sachsen-Anhalt).- *unveröff. Dipl.-Arb., Univ. Hamburg*: 122 S., zahlr. Abb. u. Tab., 7 Taf.; Hamburg.
- VAN SIMAEYS, S.; DE MAN, E. & VANDENBERGHE, N. (2007): Re-Assessment of the new geological map of Belgium: Earliest Oligocene dinoflagellate cyst-based ages in the Leuven area (sheet 24 Aarschot).- *Geologica Belgica*, (2007): **10**/1-2: 39-46.
- VAN SIMAEYS, S., MUNSTERMAN, D. & BRINKHUIS, H. (2005): Oligocene dinoflagellate cyst biostratigraphy of the southern North Sea Basin.- *Review Palaeobotany and Palynology*, **134**: 105-128.
- VAN SIMAEYS, S. & VANDENBERGHE, N., (2006). Rupelian.- *Geologica Belgica*, **9** (1-2): 95-101; Bruxelles.
- WEIGELT, J. (19429): Die alttertiären Säugtiere Mitteldeutschlands nach den Hallenser Grabungen im Geiseltal und bei Walbeck.- *Preussische Akademie der Wissenschaftlichen Vorträge und Schriften*; **12**: 48 S; Berlin (de Gruyter).
- WELLE, J. (1998): Die Molluskenfauna des Rupeltons im Tagebau Amsdorf westlich von Halle, Systematik und Paläoökologie.- *Münster. Forsch. Geol. Paläont.*, **85**: 137-187, 7 Abb., 2 Tab., 4 T.; Münster.
- WELLE, J. (2009): Die Molluskenfauna des Magdeburger Sandes (Rupelium s.str.) aus dem Stadtgebiet von Magdeburg (Sachsen-Anhalt); Teil II: Amphineura und Gastropoda.- *Abh. Ber. f. Naturk.*, **32**: 83-211, 12 Abb.; Magdeburg.
- WELLE, J. & NAGEL, J. (2003): Die Molluskenfauna des Magdeburger Sandes (Rupelium s.str.) aus dem Stadtgebiet von Magdeburg (Sachsen-Anhalt); Teil I: Bivalvia und Scaphopoda.- *Abh. u. Ber. f. Naturkunde*, **26**: 33-111; Magdeburg.
- WIEGERS, F. (1924): *Geologisches Wanderbuch für den Regierungsbezirk Magdeburg*: 296 S., 75 Abb., Stuttgart (F. Enke).
- WOLTERSTORFF, W. (1894): Ueber die Auffindung des Unteroligozäns in Magdeburg-Sudenburg.- *Festschr. Naturwiss. Ver. Magdeburg*: 25-39; Magdeburg.
- WOYDACK, A. (1998): Die Fischfauna des Rupeltons im Tagebaue Amsdorf (Mitteldeutschland). *Münstersch. Forsch. Geol. Paläont.*, **85**: 189-201, 2 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Münster.
- ZACHOS, J.C., QUINN, T.M. & SALAMY, K.A. (1996): High resolution (104 years) deep-sea foraminiferal stable isotope records of the Eocene-Oligocene climate transition. *Paleoceanography*, **11**, 251-266.
- ZIEGENHARDT, W. & KRAMER, H.-J. (1968a): Das marine Tertiär der Braunkohlenlagerstätte Egelner Südmulde.- *Geologie*, **17** (8): 273-287, 6 Abb.; Berlin.
- ZIEGENHARDT, W. & H.-J. KRAMER (1968b): Der känozoische Sedimentationsablauf in der Egelner Südmulde - Ein Beitrag zur Kinematik und Dynamik halokinetisch angelegter Randsenken.- *Geologie*, **17** (8), 902 - 919.
- ZINCKEN, F. (1867): Die Physiographie der Braunkohle.- Hannover

