

Das Brandungskonglomerat der Nordsee im Steinbruch Mammendorf (Sachsen-Anhalt)

ANNA-MARIA ZYGAR¹⁾, DOROTHEE MERTMANN¹⁾ & THOMAS DEGEN¹⁾

Adressen: ¹⁾Institut für Geowissenschaften und Geographie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Von-Seckendorff-Platz 3, 06120 Halle

Schlüsselwörter: Brandungskonglomerat, Mammendorf, Sachsen-Anhalt

Keywords: Transgression conglomerate, Mammendorf, Sachsen-Anhalt

Zusammenfassung

Im Steinbruch Mammendorf in Sachsen-Anhalt, Deutschland, sind konglomeratische Transgressionsedimente der paläogenen Nordsee (Latdorfium) erschlossen, die bankige Sandsteinsfolgen und Andesite des Karbons und Perms überlagern. Das Konglomerat besteht aus kantengerundeten bis gerundeten Geröllen aus Andesit, anderen Vulkaniten, Sand- und Schluffsteinen, die von verfestigten teils karbonatischen Zwischenfüllungen aus Sand und Fossilbruchstücken verbacken sind. Das Korngrößenspektrum erwies sich nach Messungen als breit gestreut.

Abstract

In the Mammendorf quarry in Saxony-Anhalt, Germany, conglomeratic transgressional sediments of the Palaeogene North Sea (Latdorfian) are developed, overlying banked sandstone sequences and andesites of the Carboniferous and Permian. The conglomerate consists of edge-rounded to rounded boulders of andesite, other volcanic rocks, sandstones and siltstones cemented by a consolidated partly carbonate-bearing infill of sand and fossil fragments. The grain size spectrum proved to be broadly distributed according to measurements.

1. Einleitung

Im Raum Magdeburg und Umgebung finden sich Sedimente aus Ablagerungen der Urnordsee des späten Eozäns und frühen Oligozäns. Im Hartsteintagebau Cronenberger Steinindustrie Franz Triches GmbH & Co. KG (Abb. 1) ca. 15 km nordwestlich von Magdeburg sind die Sedimente der paläogenen Nordsee erschlossen. Dieses Gebiet gehörte zu einem ehemaligen mitteldeutschen Ästuar, welches im Einfluss von Meeresspiegelschwankungen stand und zeitweise überflutet wurde. Sedimentmaterial wurde aus Richtung Süden eingetragen (WALTER 2020). Das hier betrachtete Gebiet befindet sich am Südrand des schon im Perm angelegten Zentraleuropäischen Beckens, nördlich des Variscischen Gebirges. Der Flechtinger Höhenzug ist ein während der Kreide herausgehobenes Hochgebiet, das den Ablagerungsraum aufgliederte. Im Latdorfium wird der Flechtinger Höhenzug nach und nach überflutet, bis er im Rupelium eine Untiefe im Meer darstellt.

MÜLLER (2011, 2013) sowie MÜLLER et al. (2014, 2017) beschäftigten sich mit den transgressiven, tertiären Sedimentabfolgen der Region. Bei Atzendorf, 20 km südlich von Magdeburg, finden sich zwei Transgressionszyklen des Latdorfiums. Der erste beginnt mit einem Transgressionskies, gefolgt von sandigem Schluff, der nach oben hin grobkörniger wird. Der zweite Zyklus besteht aus fossilreichen glaukonitischen Grünsanden, gefolgt von Peliten. Die anschließende Zunahme des Sandanteils weist auf eine Regression hin (MÜLLER 2013, MÜLLER et al. 2014). In Mammendorf, ca. 15 km nordwestlich von Magdeburg, finden sich ebenso zwei Transgressionszyklen (MÜLLER 2011). Die Sedimente lagern auf dem Flechtinger Höhenzug und verfüllen teilweise taschenartige Vertiefungen und Klüfte des hier vorhandenen Andesits. Er unterschied einen Transgressionszyklus des späten Latdorfiums von einem des frühen Rupeliums. Den älteren gliederte er intern in die Intervalle M1 bis M3. Die Grünsande und *Isognomon*-Schille enthalten Haizähne, Solitärkorallen, Mollusken, Brachiopoden, Echiniden und Balaniden; die Organismen bevorzugten warmes Flachwasser. Abschließend gibt es einen Verwitterungshorizont mit Bodenbildung. Den zweiten Zyklus der Rupel-Haupttransgression mit kühlerem Wasser gliederte MÜLLER (2011) in die Intervalle M4 bis M7. Eine Blocklage zuunterst wird von fos-

silreichen Septarientonen und fossilreichen, glaukonitischen Tonen überlagert.

Im Stadtgebiet Magdeburg überlagern die Sedimente der Nordseetransgression Zechsteinsedimentite (MÜLLER et al. 2014). Während des älteren Latdorfiums lagerte sich ein Transgressionshorizont mit Geröllen ab. Im Süden Magdeburgs und in den Elbauen finden sich als Sedimente der jüngeren Latdorftransgression geringmächtige Grünsande und Schluffe, die von Septarienton bedeckt werden. Durch einen Hiatus unterbrochen folgt der Rupelbasissand und der Rupelton. Schlussendlich zog sich die Nordsee im Oberoligozän durch Regression aufgrund der Abkühlung des Klimas und zunehmender Eisbildung in der Antarktis auf das heutige Nordseebecken zurück (Böse et al. 2018).

Tabelle 1: Stratigraphische Einteilung des Oligozäns.

Periode	Epoche	Stufe	Regionale Stufe
Paläogen	Oligozän	Chatt	Neochatt
			Eochatt
		Rupel	Rupel
			Latdorf
	Eozän	Priabon	

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, die Sedimente hinsichtlich ihrer Lithologie zu untersuchen und nach Korngröße zu klassifizieren und einzuteilen. Eine erneute Untersuchung der Fossilien ist nicht Gegenstand dieser Arbeit. Im Vergleich zur Arbeit von Müller (2011) wird hier der südwestliche Abschnitt des Steinbruchs betrachtet. Das Sediment liegt nicht direkt dem Andesit auf, sondern plattigen Sandsteinschichten des Rotliegend II (LUTHARDT et al. 2020). Diese siliziklastische Abfolge repräsentiert nach LEGLER (2006) und LEGLER et al. (2011) den fluviatilen Ablagerungsraum eines Wadisystems am südlichen Rand des südlichen Permischen Beckens.

2. Material und Methoden

Die Probenahme erfolgte am südlichen Abbaurand des Steinbruchs Mammendorf an zwei 30 m voneinander entfernten Profilen (Profil 1 und 2) (Abb. 1, 2, 3). Im Liegenden sind Schichtfolgen des Rotliegend über Andesit angeschnitten. Im Hangenden lagern pleistozäne Sedimente, die für die Aufnahme abgebaggert wurden. Die Transgressionsedimente waren damit optimal angeschnitten. Die Profile wurden zudem per Hand ebenmäßig vertikal nachbearbeitet. Die Probenahme erfolgte dann mithilfe einer Maurerkelle; auf einer Breite von 20 cm wurde das Sediment ca. 10 cm tief in zuvor festgelegten Abschnitten des Profils entnommen.

Die Proben wurden durch Vortrennung in eine grobe Fraktion größer 4 mm und eine feine Fraktion kleiner 4 mm geteilt. Von den groben Geröllen wurde das teils stark anhaftende Feinmaterial abgewaschen; die Gerölle wurden getrocknet, nach Korngröße sortiert, gewogen, beschrieben und lithologisch bestimmt. Das abgewaschene Feinmaterial wurde getrocknet und zusammen mit der restlichen Feinfraktion in einer Retsch AS 200 control Vibrationssiebmaschine nach Korngrößen getrennt. Der resultierende Anteil < 0,063 mm wurde anschließend im Malvern Mastersizer 3000



Abb. 1: Blick auf den Steinbruch Mammendorf mit den Abbausohlen des Andesits. Eiszeitliche Moräne (im Bild rechts und links, oberste Sohle) überlagert sowohl den Andesit als auch Sedimentite des Rotliegend oder das tertiäre Konglomerat. Letzteres überlagert seinerseits ebenso den Andesit oder das Rotliegend.

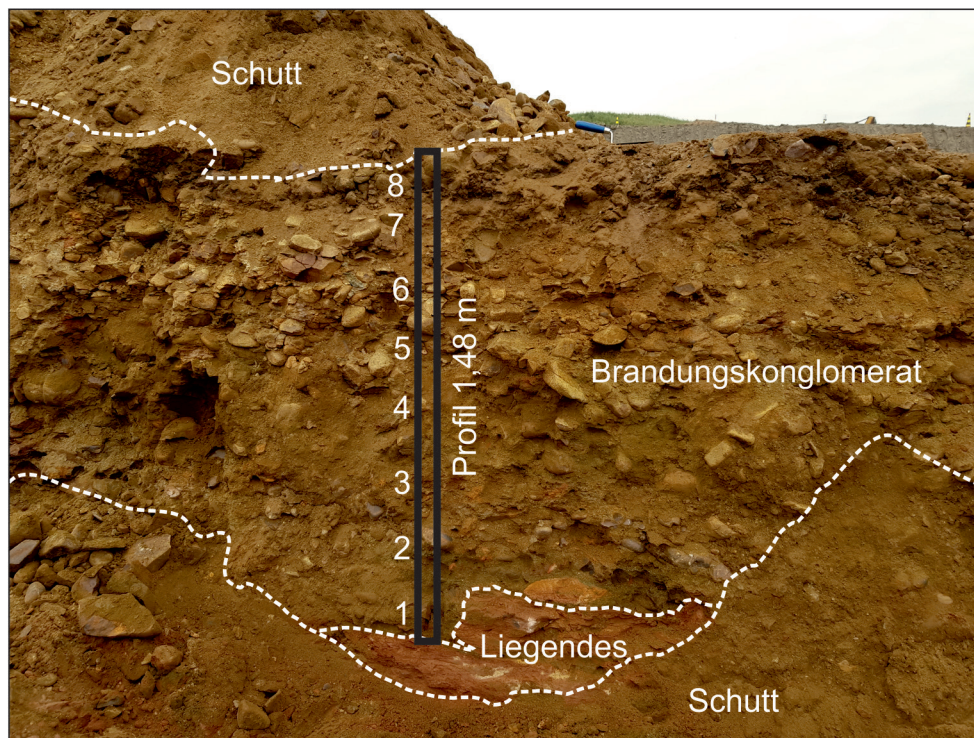


Abb. 2: In Profil 1 lagert das Konglomerat über Rotliegend-Sedimentiten (Liegendes).

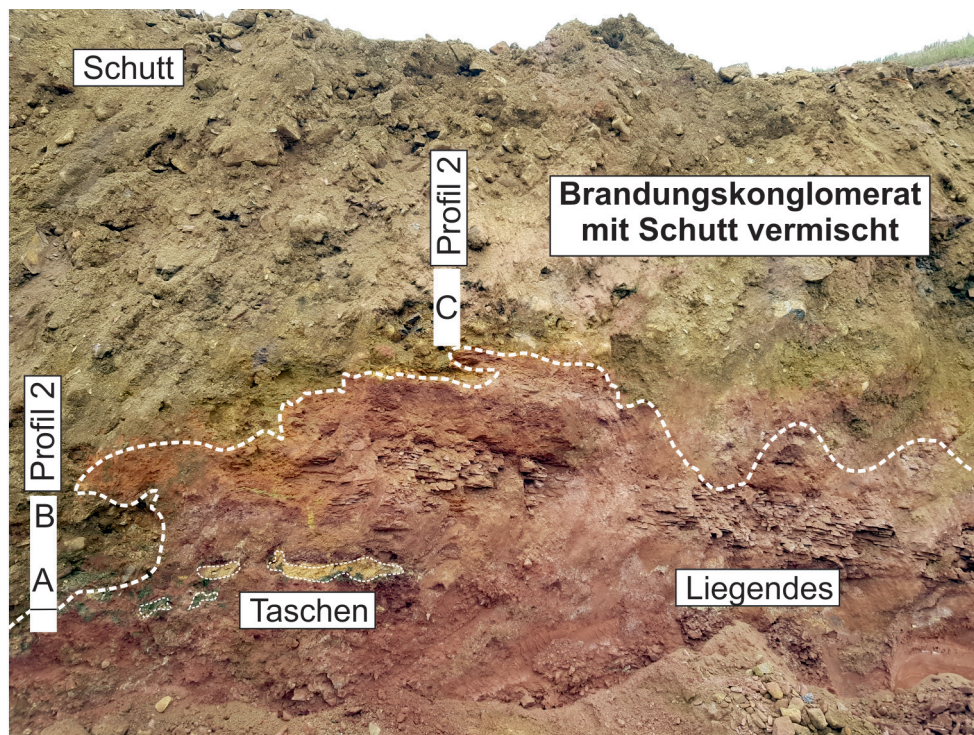


Abb. 3: In Profil 2 ist die Situation gleich. Allerdings ist das Relief deutlicher akzentuiert und Taschen von Tertiär greifen in das Liegende ein.

Laser-Particle-Sizer nass analysiert mit jeweils 20 Messungen pro Probe und weiteren 20 Messungen nach zehn Sekunden Ultraschallbehandlung.

3. Ergebnisse

3.1 Profile

Profil 1 ist 148 cm dick und besteht aus acht Abschnitten. Die Dachfläche des Liegenden ist unregelmäßig, erosiv reliefiert. Gerölle (> 4 mm), meist aus Andesit, sind häufig, meist unregelmäßig verteilt, aber auch bei 100 cm und 40 cm angereichert (Tafel 1). Die Gerölle sind teils abgeflacht und lagern meist dicht gepackt in dem mit 10° bis 15° einfallenden Horizont. Ein Teil zerfällt durch jüngere Verwitterung in kantige Einzelteile. Hier wurde darauf geachtet, das Gesamtgeröll zu bergen. Zwischen den Geröllen sind aus Sand und Fossilschalenbruchstücken bestehende Zwischenfüllungen zu finden (Tafel 1), die, ebenso wie in Profil 2, nicht separiert in die Probennahme integriert wurden.

Das Profil 2 wurde 30 m weiter westlich angelegt. Es ist insgesamt 160 cm dick. Die plattigen, verfestigten, roten Sandsteinschichten fallen mit 13° nach Westen ein. In Höhen von 45 cm bis 53 cm kann in Taschen eingelagerter Grünsand zusammen mit beigefarbenem Sand gefunden werden (Tafel 1). Der Anteil an Sandsteingeröllen ist hier größer als in Profil 1.

3.2 Gerölle und Zwischenfüllungen

Im Profil 1 schwankt der Anteil der kantengerundeten bis gerundeten Geröllfraktion größer 4 mm zwischen 73 % und 92 %. Die Gerölle erreichen maximale Korngrößen von bis zu 22 cm. Im Profil 2 beträgt der Anteil an Geröllen größer 4 mm 70 % bis 77 %.

Die auftretenden Lithologien sind im Folgenden aufgeführt. Die am häufigsten auftretende Gerölllithologie ist Andesit mit einer rötlich-grauen Matrix und Einsprenglingen von schwarzen, bis 2 mm langen Amphibol- oder Pyroxennadeln, bis zu 5 mm großen Plagioklasen, 1 mm großen Biotitblättchen und vereinzelt bis zu 3 mm großen Quarzen. Die Hohlräume von Entgasungsblasen können mit Kalzit verfüllt sein. Vereinzelt sind auch Rhyolithe oder Basalte zu beobachten, die meist kleiner und gerundet sind. Einige Vulkanite sind intensiv alteriert, so dass sie eine bis mehrere Zentimeter dicke, beige, weiche Alterationshaut aufweisen und nicht weiter bestimmbar sind. Als weitere Gesteinsgruppe finden sich rötliche, beige sowie graue, feinkörnige, mäßig sortierte Sandsteine, die intern teils gradiert sind. Es sind Quarzarenite sowie Matrix-haltige, Feldspat-führende Subarkosen bis Subgrauwacken. Eine Kies-führende Arkose mit höherem Feldspatanteil und feine Siltsteingerölle sind ebenso vorhanden (Tafel 1). Quarzgerölle bis zu cm-Größe sind in einigen Abschnitten eingestreut. Eine Besonderheit sind silifizierte, gemaserte Gerölle, die Holzreste sein könnten (Tafel 1).

Einige Gerölle sind mit bis zu 4 mm messenden Anbohrungen von Bohrmuscheln versehen, die sich als ovale bis runde Trichter auf den Geröllen zeigen (Tafel 1). Andere Gerölle sind schon vor der Ablagerung zerbrochen und sodann mit hohem Passgrad neu mit Sedimentmaterial verkittet worden. Die Füllungen zwischen den Geröllen bestehen aus siliziklastischem, sandigem Material, das auch karbonatische Fossilreste, Gastropoden, Korallen, Muschelreste und Haifischzähne (Tafel 1) enthalten kann. Es ist fein bis grobkörnig. Die Partikel sind meist kantengerundet bis gerundet. Besonders die feinen Zwischenfüllungen sind karbonatisch zementiert. Allerdings ist der Verfestigungsgrad durch die Verwitterung oder den primär unterschiedlichen Zementationsgrad sehr unterschiedlich, so dass die Füllungen in ihre Bestandteile zerfallen.

3.3 Korngrößenverteilungen

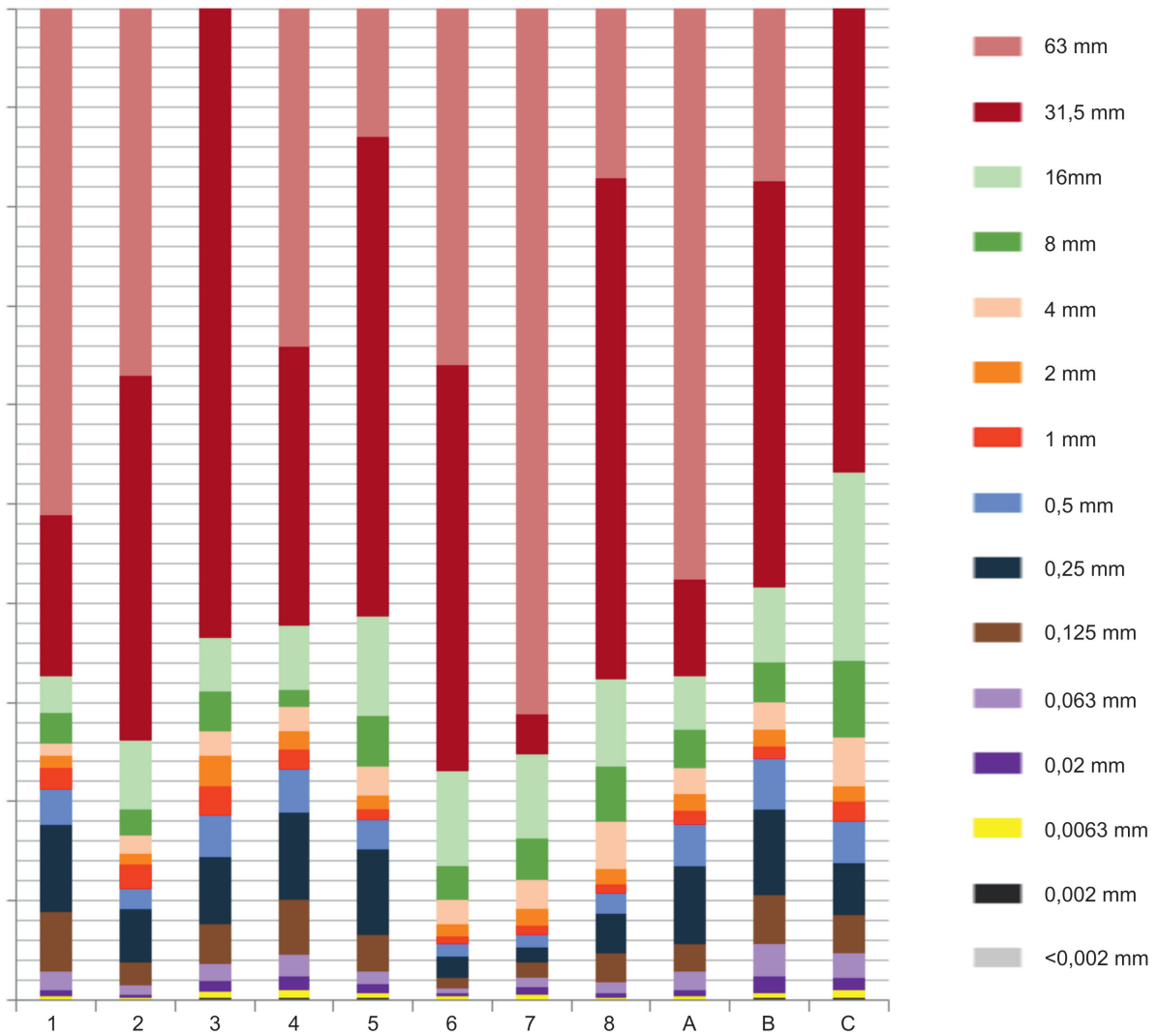
Der Anteil der Feinfraktion kleiner 4 mm beträgt in Profil 1 zwischen 8 % und 27 %. Der Anteil größer 0,25 mm ist dabei in allen Abschnitten außer zwischen 20 bis 30 cm am größten (mit 2 % bis 9 % Anteil an der Gesamtprobe). In den Abschnitten 50 bis 70 cm, 70 bis 90 cm und 130 bis 148 cm ist diese Fraktion mit jeweils rund 9 % Anteil am relevantesten (Abb. 4, Anlage 7.2, 7.3). Es sind vor allem kantengerundete bis gerundete Quarzkörner, dunkelgraue, lithische Bestandteile und Karbonatkörner als Fossilreste. Nur im höchsten Abschnitt sind die Körner schlecht gerundet.

Im Profil 2 summiert sich der Matrixanteil kleiner 4 mm auf 21 % bis 27 %. Auch hier ist die Fraktion größer 0,25 mm mit 5 % bis 9 % Anteil an der Gesamtprobe am größten, im Abschnitt 50 cm bis 70 cm



Tafel 1: Zwischensediment und Gerölle des Brandungskonglomerats.

A Gesamteindruck des Gesteinsverbandes; B sandiges Füllsediment mit Haifischzahn, C kiesiges Füllsediment aus Quarzkörnern in kalkiger Grundmasse; D Basaltgeröll; E Geröll einer Arkose, F Andesitgeröll mit Anbohrungen, die mit Füllsediment versehen sind; G zweifarbiges Sandsteingeröll; H Taschenfüllungen aus Glaukonit- und gelbem Sand in geschichtetem Rotliegend-Sandstein.



	Proben										
	1	2	3	4	5	6	7	8	A	B	C
63 mm	51,14	37,04	0	34,17	12,91	35,95	71,17	17,10	57,57	17,47	0
31,5 mm	16,26	36,78	63,48	28,05	48,37	40,99	4,02	50,52	9,72	40,92	46,77
16 mm	3,61	6,99	5,41	6,48	10	9,59	8,57	8,89	5,53	7,49	19,06
8 mm	3,20	2,67	3,95	1,79	5,24	3,41	4,10	5,48	3,87	4,14	7,74
4 mm	1,23	1,73	2,58	2,35	2,82	2,47	2,95	4,87	2,55	2,70	4,88
2 mm	1,14	1,12	3,07	1,84	1,48	1,13	1,68	1,47	1,72	1,72	1,59
1 mm	2,15	2,41	2,83	2,01	1,10	0,78	0,93	0,88	1,43	1,31	2,01
0,5 mm	3,61	2,14	4,29	4,33	2,93	1,37	1,25	2,14	4,13	4,97	4,06
0,25 mm	8,85	5,38	6,68	8,89	8,57	2,13	1,55	3,98	7,88	8,69	5,33
0,125 mm	5,98	2,29	4,14	5,59	3,66	1,02	1,53	2,96	2,78	4,97	3,92
0,063 mm	1,80	0,85	1,68	2,07	1,35	0,56	1,02	1,06	1,82	3,32	2,49
0,02 mm	0,69	0,38	1,11	1,38	0,88	0,30	0,76	0,45	0,66	1,56	1,09
0,0063 mm	0,24	0,16	0,60	0,78	0,51	0,21	0,39	0,15	0,24	0,57	0,78
0,002 mm	0,07	0,04	0,13	0,18	0,15	0,07	0,07	0,03	0,07	0,15	0,21
<0,002 mm	0,03	0,01	0,03	0,07	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,04

Abb. 4: Prozentuale Verteilung der Korngrößen (in %).

dabei am relevantesten mit 9 %. Auch hier dominieren kantengerundete bis gerundete Quarzkörner und lithische Bestandteile aus Sandsteinen, die dann eine rötliche Farbe aufweisen. Der Anteil grauer lithischer Bestandteile ist gering. Fossilreste entsprechender Korngrößen kommen vor.

Der Feinanteil ist im Profil 1 im Bereich 50 bis 70 cm mit 2,3 % am größten und in den Bereichen 20 bis 30 cm, 90 bis 110 cm und 130 bis 148 cm mit jeweils rund 0,6 % am geringsten (Anlage 7.4). Grobsilt (Korngröße 20 bis 63 μm) ist mit bis zu 1,4 % Anteil an der Gesamtprobe im Bereich 50 bis 70 cm am stärksten vertreten, bildet aber auch in allen anderen Proben den größten prozentualen Anteil in der Feinfraktion kleiner 63 μm .

Im Profil 2 ist der Siltanteil mit 2,3 % im Bereich 50 bis 70 cm am größten und im Bereich 20 bis 50 cm mit 1 % am geringsten. Hier beträgt der maximale Anteil Grobsilt 1,6 % im Bereich 50 bis 70 cm.

Alle Proben haben einen sehr geringen Tonanteil (Korngröße kleiner 2 μm) von 0,01 bis 0,07 %. Die kleinste gemessene Korngröße im Profil 1 beträgt 0,09 μm nach der Ultraschallanwendung in der Probe aus dem Bereich 70 bis 90 cm. Im Profil 2 beträgt die kleinste gemessene Korngröße 0,314 μm im Bereich 120 bis 160 cm.

4. Diskussion

Die Kornverteilungskurven weisen eine charakteristische Form auf (Abb. 5). Sie zeigen zwei steilere Anstiege und einen flacheren Anstieg im mittleren Bereich. Damit ergibt sich eine Zweigipfligkeit, die den Unterschied zwischen Matrix und Komponentengehalt darstellt.

Die Verteilung der Lithologien im Profil sind in Abbildung 6 dargestellt. Sie spiegeln das Herkunftsgebiet der Gerölle direkt wieder. Im Untergrund finden sich anstehende Andesite sowie Sandsteine und Grauwacken/Sandsteine des Rotliegend und Karbons als Ausgangsgesteine der Gerölle. Während in den beiden betrachteten Profilen die Anteile von Sandstein deutlich sind, nehmen sie nach Osten (MÜLLER 2011) ab. Da diese Bestandteile tendenziell verwitterungsanfälliger sind als die Andesite, sind sie kleiner,

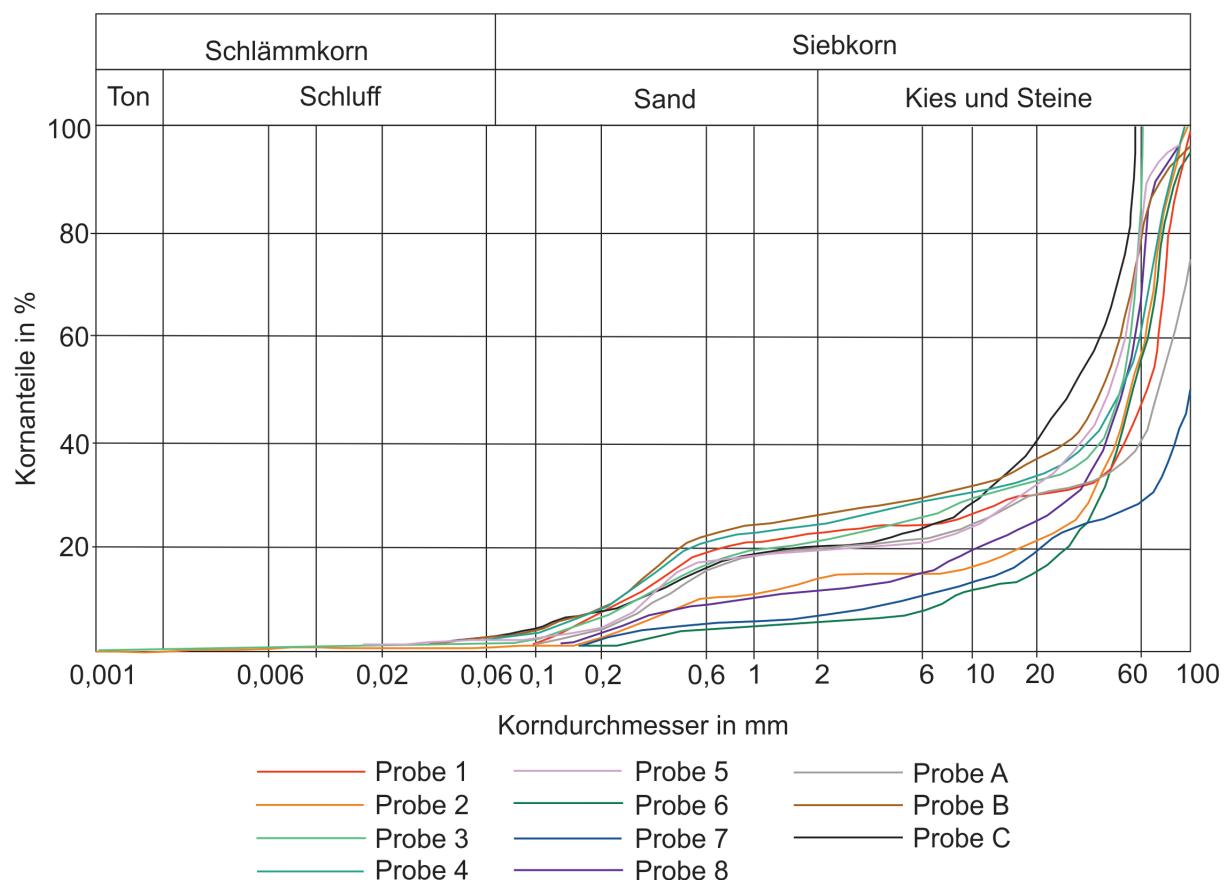
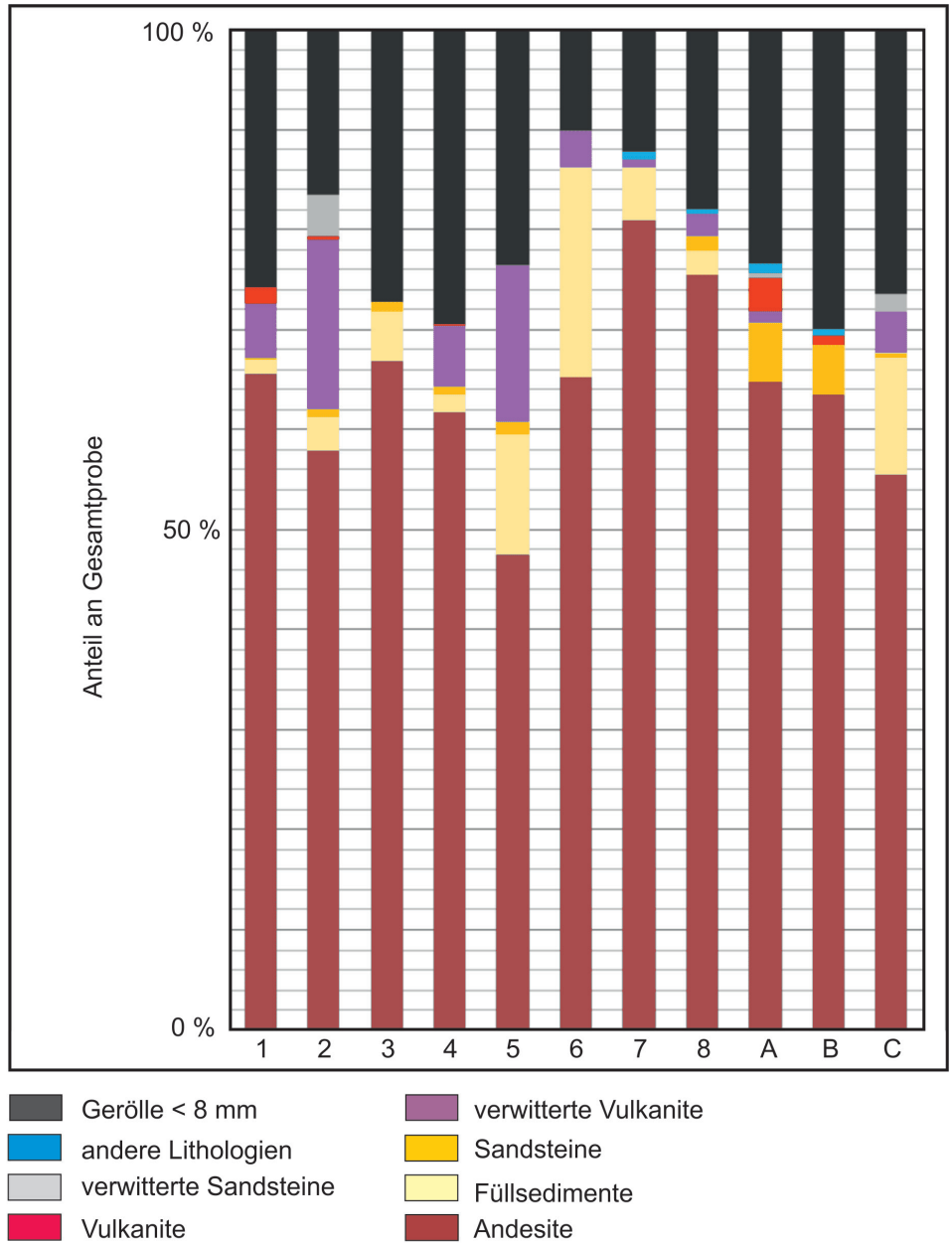


Abb. 5: Kornsummenkurven zu den Proben (vgl. Anlage 1-4).



	Proben										
	1	2	3	4	5	6	7	8	A	B	C
< 8 mm	25,8	16,5	27,2	29,5	23,5	10,1	12,1	18	23,3	30	26,4
Andere Lithologien	0	0	0	0	0	0	0,8	0,4	1	0,6	0
Verwitterter Sandstein	0	4,1	0	0	0	0	0	0	0,6	0	1,7
Diverse Vulkanite	1,6	0,3	0	0,1	0	0	0	0	3,4	1	0
Verwitterte Vulkanite	5,4	17	0	6	15,8	3,7	0,8	2,3	1,1	0	4,2
Sandstein	0,1	0,7	1	0,8	1,3	0	0	1,3	5,8	4,9	0,4
Füllsediment	1,5	3,4	5	1,8	12	20,9	5,3	2,5	0	0	11,8
Andesit	65,6	57,9	66,8	61,8	47,5	65,3	80,9	75,5	64,9	63,5	55,5

Abb. 6: Prozentuale Verteilung der Lithologien der Gerölle > 8 mm in den Proben.

gerundeter und stellen zudem Einzelkörner der Matrix dar. Ihr Transportweg ist daher eher kurz. Die aufgearbeiteten Andesite sind gerundet bis kantengerundet. Da sie verwitterungsresistenter sind, ist hier mit weiterem Transportweg bzw. vielfacher Umlagerung zu rechnen, die bei den Sandsteinen zudem auf Kosten der Erhaltungsfähigkeit gingen. So dominieren die Andesite das Geröllspektrum in allen Profilhöhen. Die Konglomerate sind in Lagen dicht gepackt. Die Gerölle lagen frei und weichere Gesteine, Sandsteine und bereits alterierte Andesite konnten besiedelt und angebohrt werden. Die Strömungsenergie muss zur Formung und Ablagerung der Gerölle enorm hoch gewesen sein. Entsprechende Bedingungen sind auf einer Brandungsplattform am Rande des Meeres zu erwarten. Im Untergrund anstehende Gesteinsbruchstücke werden abgetragen, durch die Strömungsenergie zugerundet und abgelagert. In den Zwischenräumen sammelt sich feineres Sediment, das als Abrasionsmaterial der größeren Gerölle, seien es Andesite oder Sandsteine, sowie als Zufuhrmaterial aus dem angrenzenden Meeresbezirk stammt. So lässt sich zum einen der in Porenräume zwischen Geröllen eingelagerte feinere Fossiltschutt sowie zum anderen der in Hohlräumen eingelagerte Glaukonit erklären. Als Fossilanteil finden sich Gastropoden, Mollusken, Korallen, Bryozoen, Seeigelstacheln sowie weitere nicht bestimmbar Bioklasten. Es ist zu vermuten, dass die Karbonatzufuhr auch zu der Verfestigung des Matrixmaterials führte. Eine bereichsweise zusätzliche Silifizierung ist zu beobachten und lässt sich mit späteren Verwitterungsprozessen erklären.

Im höheren Profilteil A ist eine Veränderung in der Farbgebung und im Tongehalt zu beobachten, die als Verbraunung Anzeichen einer Regression des Meeres sein könnte. Da pleistozäne Ablagerungen direkt auflagern, muss vermutet werden, dass weitere Horizonte des Tertiärs erosionsbedingt fehlen (vgl. MÜLLER 2011). Die Gesteine unterlagen aber bis heute der Verwitterung, die zur Bildung von Travertin- und Eisenkrusten führten. Sie umgeben die Gerölle und befinden sich in Spalten sowie Klüften des Gesteins.

Der Aufschluss kann somit als ein transgressiver Geröllhorizont des Latdorfiums aus unterschiedlich stark gerundeten Steinen und Kies in einer Karbonatführenden bis -reichen Matrix aus Mittel- und Feinsand bezeichnet werden. Es zeigt sich, dass selbst auf eine kurze Distanz im Steinbruch Mammendorf über ca. 100 m Unterschiede in der Profilverfolgung aufgrund einer Varianz des Untergrundes und des erosiven Eingreifens des Pleistozäns zu beobachten sind. Insgesamt liegen dort die Profile, die einen größeren marinen Einfluss aufweisen.

5. Dank

Unser Dank gilt insbesondere Herrn Sascha Wienbrock (Cronenberger Steinindustrie Franz Triches GmbH & Co.) für die Genehmigung zur Durchführung der Arbeit und seine Hilfe vor Ort. Herr Dr. Michael Buchwitz und Herr Frank Trostheide (Museum für Naturkunde Magdeburg) gaben Hinweise zu den Bohrmuschelspuren. Sie ermöglichten auch die Besichtigung der Fossilspuren und Lackabzüge im Museum.

6. Literatur

- BÖSE, M., EHLERS, J., LEHMKUHL, F. (2018): Deutschlands Norden - Vom Erdaltertum zur Gegenwart. 201 S., Springer Verlag, Berlin.
- LEGLER, B. (2006): Faziesentwicklung im Südlichen Permbecken in Abhängigkeit von Tektonik, eustatischen Meeresspiegelschwankungen des Proto-Atlantik und Klimavariabilität (Oberrotliegend, Nordwesteuropa). Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 47, 1-108.
- LEGLER, B., SCHNEIDER, J.W., GEBHARDT, U., MERTEN, D. & GAUPP, R. (2011): Lake deposits of moderate salinity as sensitive indicators of lake level fluctuations: Example from the Upper Rotliegend saline lake (Middle-Late Permian, Northeast Germany). *Sediment Geology*, 234, 56-69.
- LUTHARDT, L., BREITKREUZ, C., SCHNEIDER, J.W., GAITZSCH, B., BRINK, J., STANEK, K.P., LINNEMANN, U., HOFMANN, M. & EHLING, B.C. (20): An andesitic sill complex in the Southern Permian Basin: volcanogenetic model and stratigraphic implications. *International Journal of Earth Sciences*, 109, 2447-2466. <https://doi.org/10.1007/s00531-020-01911-y>
- MÜLLER, A. (2011): Der Steinbruch Mammendorf NW Magdeburg – ein Felslitoral der unteroligozä-

nen Nordsee. *Geologica Saxonia Journal of Central European Geology*, 57, 3-120.

MÜLLER, A. (2013): Exkursionsführer zur Sitzung der Subkommission Tertiär-Stratigraphie, Leipzig.

MÜLLER, A., LEDER, R. M., HENNINGER, M. & BACH, F. (2014): Die Silberberg-Formation im Profil von Atzendorf bei Stassfurt (Egelter Nordmulde, Sachsen-Anhalt, Deutschland). *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften*, 36, 73-136.

MÜLLER, A., STOTTMEISTER, L., BLUMENSTENGEL, H. & ENDTMANN, E. (2017): Oligozäne Schichtenfolge und Biostratigraphie an der Bundesautobahn A14 bei Halle-Mödera. *Mauritiana (Altenburg)*, 31, 44-70.

WALTER, R. (2020): *Erdgeschichte*. 511 S., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

7. Anhang

Anlage 7.1: Zuordnung der Probennummern

Probenbezeichnung	Abschnittshöhe in Profil 1 (cm)
1	0-20
2	20-30
3	30-50
4	50-70
5	70-90
6	90-110
7	110-130
8	130-148
Probenbezeichnung	Abschnittshöhe in Profil 2 (cm)
A	20-50
B	50-70
C	120-160

Anhang 7.2

Probe	Gewicht (g)	Maschenweite der Siebe (mm) und Siebrückstand (g)													Gewicht	
		63	31,5	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	<0,063	Summe (g)	Siebver- lust (g)	
1	2195	1120	356	70	27	25	47	79	194	131	131	37	25	2190	5	
2	3417	1261	1252	238	91	59	38	82	73	183	78	27	22	3404	13	
3	2058	0	1302	111	81	53	63	58	88	137	31	31	42	2051	7	
4	3585	1223	1004	232	64	84	66	72	155	318	67	67	94	3579	6	
5	4261	550	2060	426	223	120	63	47	125	125	53	53	71	4259	2	
6	5394	1938	2210	517	184	133	61	42	74	74	28	28	34	5391	3	
7	5304	3769	213	454	217	156	89	49	66	66	50	50	70	5296	8	
8	6267	1070	3161	556	343	305	92	55	134	134	62	62	45	6257	10	
A	3493	2008	339	193	135	89		50	144	275	97	60	38	3488	5	
B	4603	802	1879	344	190	124	79	60	228	399	228	140	119	4592	11	
C	5619	0	2624	1069	434	274	89	113	228	299	220	131	129	5610	9	

Anlage 7.3

Probe	Gewicht (g)	Maschenweite der Siebe (mm) und Siebrückstand (%)													Summe (%)
		63	31,5	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	< 0,063		
1	2190	51,14	16,26	3,61	3,20	1,23	1,14	2,15	3,61	8,86	5,98	1,69	1,14	100	
2	3404	37,04	36,78	6,99	2,67	1,73	1,12	2,41	2,14	5,38	2,29	0,79	0,65	100	
3	2051	0	63,48	5,41	3,95	2,58	3,07	2,83	4,29	6,68	4,14	1,51	2,05	100	
4	3579	34,17	28,05	6,48	1,79	2,35	1,84	2,01	4,33	8,89	5,59	1,87	2,63	100	
5	4259	12,91	48,37	10	5,24	2,82	1,48	1,10	2,93	8,57	3,66	1,24	1,67	100	
6	5391	35,95	40,99	9,59	3,41	2,47	1,13	0,78	1,37	2,13	1,02	0,52	0,63	100	
7	5296	71,17	4,02	8,57	4,10	2,95	1,68	0,93	1,25	1,55	1,53	0,94	1,32	100	
8	6257	17,10	50,52	8,89	5,48	4,87	1,47	0,88	2,14	3,98	2,96	0,99	0,72	100	
A	3488	57,57	9,72	5,53	3,87	2,55	1,72	1,43	4,13	7,88	2,78	1,72	1,09	100	
B	4592	17,47	40,92	7,49	4,14	2,70	1,72	1,31	4,97	8,69	4,97	3,05	2,59	100	
C	5610	0	46,77	19,06	7,74	4,88	1,59	2,01	4,06	5,33	3,92	2,34	2,30	100	

Anlage 7.4

Probe	Anteil je Korngröße [%] in Feinfraktion					Σ [%]	Anteil an Gesamtprobe [%]				
	>63 μm	>20 μm	>6,3 μm	>2 μm	<2 μm		>63 μm	>20 μm	>6,3 μm	>2 μm	<2 μm
1	9,46	60,13	20,98	6,41	2,33	99,31	0,11	0,69	0,24	0,07	0,03
2	9,23	58,70	24,10	5,80	1,55	99,38	0,06	0,38	0,16	0,04	0,01
3	8,13	53,98	29,17	6,46	1,70	99,44	0,17	1,11	0,60	0,13	0,03
4	7,57	52,37	29,82	6,86	2,81	99,43	0,20	1,38	0,78	0,18	0,07
5	6,26	52,84	30,51	8,73	1,02	99,37	0,10	0,88	0,51	0,15	0,02
6	5,65	47,13	34,03	10,58	2,16	99,54	0,04	0,30	0,21	0,07	0,01
7	5,59	57,81	29,18	5,51	1,37	99,45	0,07	0,76	0,39	0,07	0,02
8	9,98	63,21	21,09	4,33	0,72	99,32	0,07	0,45	0,15	0,03	0,01
A	9,14	60,18	21,82	6,70	1,50	99,34	0,10	0,66	0,24	0,07	0,02
B	10,43	60,26	22,02	5,73	0,90	99,34	0,27	1,56	0,57	0,15	0,02
C	6,68	47,61	34,12	9,21	1,92	99,54	0,15	1,09	0,78	0,21	0,04

