

Backenzähne eiszeitlicher Elefanten aus Schottern des Oberrheintals, der weiteren Umgebung von Offenburg (Baden)

von Ekke W. Guenther, Ehrenkirchen

1. Das Fundgut

In zahlreichen Kiesgruben des südlichen Oberrheintals werden aus unterschiedlichen Tiefen die Reste pleistozäner Säugetiere herausgebaggert. Man findet diese zumeist erst dann, wenn das Baggergut bereits sortiert ist, unter den groben, bis über kopfgroßen Geröllen. Das erklärt, daß vor allem nur harte, widerstandsfähige fossile Reste geborgen werden, da weichere Knochenteile bereits auf dem Wege von der Fundschicht zum aussortierten Material stark verkleinert und zerrieben werden. So werden in erster Linie die Backenzähne von Elefanten und zwar lediglich die Molaren geborgen. Die Milchmolaren werden in den Kieswerken einer kleineren Geröllfraktion zugeteilt und gehen der Forschung verloren.

In jahrelangem, mühseligem Suchen hat Herr Karl Heinz Grob aus Offenburg etwa 160 Elefantenbackenzähne gesammelt. Freundlicherweise hat er mir diese zur genauen Untersuchung zur Verfügung gestellt, wofür ich ihm zu großem Dank verpflichtet bin.

Abgesehen von wenigen Ausnahmen ist nicht bekannt, aus welchen Tiefen die Funde stammen. Da es jedoch Molaren von *Archidiscodon*, *Parelephas*, *Mammuthus* und *Palaeoloxodon* gibt, weiß man, daß die Zähne aus alten bis jungen Ablagerungen des Pleistozäns und sowohl aus warmen wie aus kalten Zeiten stammen.

Eine Nomenklatur-Kommission (Garutt u. a. 1990) überprüfte die Priorität der Spezies- und Genus-Benennungen sowie der Holotypen und Lectotypen der wollhaarigen, eiszeitlichen Elefanten in Europa: *Elephas primigenius* BLUMENBACH 1799, *E. mammoreus* CUVIER 1799, *Mammuthus* BROOKES 1828, *Mastodon* u. a. (Die Benennung „*Mastodon*“ verrät Unkenntnis der griechischen Sprache). Da die Vorschläge der Kommission noch nicht bestätigt sind, kommen in dieser Arbeit, um Unklarheiten zu vermeiden, die bisher verwendeten Bezeichnungen zur Anwendung.

1.1. Der Erhaltungszustand der Zähne wechselt. Da sie im Grundwasser lagen, sind sie meist ziemlich gut überliefert, doch handelt es sich weit überwiegend um Fragmente. Vielfach sind die Zähne durchgebrochen und nur Teile der Zahnkronen wurden geborgen. Die Wurzeln fehlen fast immer, und nur selten ist der Wurzelansatz vorhanden. Oft ging der distale, vordere Zahnteil bereits beim Gebrauch durch Abrasion, Resorption und Abbrechen eines restlichen Kronenteils verloren. In voller Länge, mit allen Lamellen und den beiden Talonen sind lediglich 13 % der Zähne erhalten. Das Deckzement fehlt bei ca. 60 %, und bei 40 % sind Lamellen an den Seiten der Zahnkrone angeschlagen, wodurch das Dentin des Inneren der Lamellen freigelegt ist. Dies ist in erster Linie die Folge einer Lagerung in einem strömenden Fluß, mit treibenden Geröllen. Bei Einbuchtungen der Seitenwände der Zahnkronen sind häufig noch Reste des Deckzements erhalten, was dafür spricht, daß dieses bei vielen Molaren dem Abrieb im Flusse zum Opfer fiel.

1.2. Die Verteilung des Fundgutes auf Zahn- und Elefanten-Arten

Zu den hier vorliegenden Untersuchungen konnten 107 Elefanten-Molaren in allen Einzelheiten untersucht werden. Es sind dies 63 Molaren der Oberkiefer und 44 der Unterkiefer. Hiervon sind 64 Zähne dritte, 30 zweite und 13 erste Molaren. Nach der Elefantenart gibt es 24 Zähne des altpleistozänen *Archidiscodon*, 22 Zähne des mittelpleistozänen *Parelephas trogontherii*, 33 Zähne des jungpleistozänen *Mammuthus primigenius* und 28 Zähne des Waldelefanten, *Palaeoloxodon antiquus*. Die Übergangsform *Mammuthus primigenius-trogontherii* wurde nicht ausgeschieden.

1.3. Erlaubt die Färbung der Zähne Schlüsse auf die Fundschicht?

Während Dentin und Zement in den Farbwerten einander ähnlich oder gleich sind, ist der Schmelz fast immer weit stärker und dunkler verfärbt. Als Farben kommen vor: Ein kräftiges Schwarz, verschiedene Modifikationen eines dunkleren oder helleren Grau-Brauns, mitunter rötlich-rostbraun und als Seltenheit ein reines Weiß. Die Farben sind im Wesentlichen als Lösungen im Grundwasser immigriert. Rostbraun deutet auf Eisen und Schwarz auf Mangan. Daß Elefantenzähne einen hohen Gehalt an Mn^{2+} haben können, zeigten Grün und Brunnacker (1986) an Material aus Bad-Cannstatt.

Zumeist ist bei dem, die Lamellen umschließenden, Schmelz lediglich eine Rinde von 1–2 mm verfärbt, während die inneren, an das Dentin grenzenden Teile noch das – wohl ursprüngliche – weiße milchglasartige, dem Milchquarz ähnliche, Aussehen haben. Die Verfärbung dürfte erst begonnen haben, nachdem der Zahn bereits im Grundwasser lag. In den Schottern gibt es rostbraune Lagen, die sich an der Oberfläche eines ehemaligen Grundwasserstandes gebildet haben. Zähne, die in solchen Bereichen lagen, müssen rostbraun verfärbt sein.

Schwarzfärbung des Schmelzes findet sich bei 60 % der Molaren von *Archidiscodon* und bei 30 % der Zähne von *Parelephas* und von *Palaeoloxodon*. Der Schmelz weiterer 30 % der Zähne von *Archidiscodon* ist dunkel-graubraun verfärbt, während der Schmelz von 45 % der Molaren von *Palaeoloxodon* und von 36 % derjenigen von *Parelephas* eine mittelhell-graubraune Farbe hat. Bei 70 % der Molaren von *Mammuthus* hat der Schmelz eine mittel- bis hell-graubraun gefärbte Außenseite. Ein reines Weiß findet sich unter 107 lediglich bei 11 Backenzähnen.

Es zeigt sich also, daß – abgesehen von einigen Ausnahmen – bei den *Archidiscodon*-Zähnen, die aus beträchtlichen Tiefen kommen, die Außenseiten des Schmelzes schwarz oder dunkelgrau-braun verfärbt sind und bei den jungpleistozänen Mammuten, die in den oberen Schottern lagen, vor allem die hellen Farben dominieren. Bei *Palaeoloxodon* gibt es Zähne mit schwarz gefärbtem Schmelz und andere mit mittel-hell-graubraunen Farben, während Zähne mit dunkel-graubrauner Verfärbung fehlen. Ein gleiches gilt für die Zähne von *Parelephas*, dessen Schmelzfarben jedoch bei einem Teil des Fundgutes etwas heller sind als bei *Palaeoloxodon*. Diese Zweiteilung kann man dahin auslegen, daß die Molaren sowohl von *Palaeoloxodon* wie von *Parelephas* aus verschiedenen tief liegenden Schotterlagen stammen.

Bei den einzelnen Kiesgruben gibt es verständlicherweise wesentliche Unterschiede in der Verfärbung.

1.4. Metrische und morphologische Charakteristika, die bei der Untersuchung von Elefantenbackenzähnen zu beachten sind

Tabelle 1 und 2 zeigen metrische und morphologische Beziehungen derjenigen Zähne, deren Kauflächen auf Abb. 1–4 dargestellt sind. Die einzelnen Charakteristika sind verschiedentlich in

früheren Publikationen (z. B. Guenther 1954, 1973, 1988) diskutiert worden, sodaß hier lediglich eine kürzere Zusammenfassung gegeben wird. Zur Kennzeichnung des Zahnes: M = Molar; s = sinister, links; d = dexter, rechts; die Zahl nennt die Eingliederung in die Dentitionsreihe: also M 3 = dritter Molar; ein Strich über der Zahl bedeutet Unterkieferzahn, ein Strich darunter Oberkieferzahn. Fehlende Lamellen werden durch einen Strich gekennzeichnet. Steht er vor der Lamellenzahl, fehlen an der distalen Vorderseite Lamellen, steht er hinter (rechts) der Zahl, fehlen an der proximalen Seite Lamellen. Die vorderste und die hinterste Lamelle werden als „Talon“ bezeichnet und mit x gekennzeichnet. Der Talon ist in der Regel kürzer und auch schmaler als die angrenzende Lamelle. Häufig haben Talone keine eigene Pulpa und sind mit der angrenzenden Lamelle verschmolzen. Nach der Verschmelzung teilen sie die Pulpa dann mit dieser. Man kann in solchem Falle von einem Suffix, einem angehefteten Talon sprechen.

Die Maße für Länge, Breite und Höhe werden in Millimetern angeführt. Ein Strich links vom Längenmaß besagt, daß an der distalen Vorderseite, rechts, daß an der proximalen Rückseite Teile der Zahnkrone fehlen. Die Breiten sind ohne Deckzement angegeben. War dieses nur in dünner Auflage vorhanden, konnte es leicht subtrahiert werden.

Die folgenden drei Zeilen benennen Rechenquotienten:

$$\text{LLQ} = \text{Längen-Lamellen-Quotient} = \frac{\text{Länge}}{\text{Anzahl der Lamellen}}$$

$$\text{HBQ} = \text{Höhen-Breiten-Quotient} = \frac{\text{Höhe}}{\text{Breite}}$$

$$\text{LZQ} = \text{Lamellen-Zwischenraum-Quotient} = \frac{\text{Lamellendicke}}{\text{Dicke des Zwischenzements}}$$

LLQ und LZQ werden auf den Kauflächen, bei normaler Ausbildung der Lamellen und bei einem möglichst mittleren Abkautungsgrad (ca. $\pm 50\%$) bestimmt.

Die Abrasion gibt an, wieviele Prozente der vollständigen Zahnkrone bereits abradert sind. Die Abkautung differiert (oft nicht sehr stark) bei den beiden Kieferseiten. Das Lebensalter, das nach der Eingliederung eines Zahnes in die Dentitionsreihe und dessen Abrasionsgrad bestimmt wird, nennt nur Schätzwerte.

Die einzelnen Lamellen spalten sich in Richtung zur Kaufläche in der Regel in drei „Pfeiler“ und diese wiederum in unterschiedlich viele Mammillen auf. Es war zu überprüfen ob die „maximale Anzahl“ der Mammillen Hinweise auf die Elefantenart ermöglicht. Hierzu ergab sich bisher jedoch noch kein gesichertes Ergebnis.

Die Verschmelzung der drei Pfeiler miteinander wird vielfach zur Bestimmung der Elefantenart verwendet. Bei *Palaeoloxodon* ist beim Zusammenwachsen der drei Pfeiler der Mittelpfeiler breit und die Seitenpfeiler sind schmal. Die Verschmelzung wird dann als median-lamellar, lateral-annular bezeichnet und mit $\cdot - \cdot$ gekennzeichnet. Bei den Elefanten der *Archidiscodon-Parelephas-Mammuthus*-Stammreihe sind zum Teil die Seitenpfeiler breit und der Mittelpfeiler ist schmal. Man bezeichnet dies als median-annulare, lateral-lamellare Verschmelzung. Sie wird mit $- \cdot -$ gekennzeichnet. Bei diesen Tieren gibt es jedoch häufig Zähne, deren Pfeiler bei der Verschmelzung gleich breit sind oder auch der Mittelpfeiler am breitesten ist.

Bei *Palaeoloxodon* ist auf den Kauflächen ein Teil der Lamellen-Querschnitte rhombisch ausgebildet, was durch das Vorhandensein einer Mittelzacke noch betont werden kann. Bei den Elefanten der Mammuthusstammreihe verlaufen die Schmelzleisten, welche die Lamellen umschließen, zumeist ungefähr parallel-bandförmig zueinander. Doch auch hier, vorwiegend bei *Archidiscodon*, gibt es rhombische Schmelzfiguren, vor allem bei einem hohen Abkautungsgrad.

Die Faltung des Schmelzes ist unterschiedlich groß. Häufig gibt es einen Zusammenhang mit dem Längen-Lamellen-Quotienten, der Dicke der Lamellen und derjenigen des Schmelzes. Sind diese Werte groß, ist häufig auch die Schmelzfaltung stark.

Die Dicke des Schmelzes nimmt bei den Elefanten der Mammutstammreihe im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung ab. Bei *Palaeoloxodon* gibt es keine entsprechende Verringerung. Die Schmelzdicke liegt bei den Waldelefanten zwischen derjenigen von *Archidiscodon* und von *Parelephas*.

Mittelzacken werden auf den Tabellen durch Pfeile angezeigt. Ihre Länge weist auf die Größe der Zacke hin. Ist der Pfeil nach oben gerichtet, stößt die Mittelzacke in Richtung zur distalen Zahnvorderseite vor.

Nr.	Archidiscodon					Parelephas trogontherii					
	107	76	66	75	65	67	74	103	28	41	26
Zahn	$M_{\frac{2}{3}}^s$	$M_{\frac{3}{3}}^s$	$M_{\frac{3}{3}}^d$	$M_{\frac{3}{3}}^d$	$M_{\frac{3}{3}}^s$	$M_{\frac{3}{3}}^d$	$M_{\frac{3}{3}}^d$	$M_{\frac{2}{2}}^d$	$M_{\frac{2}{2}}^d$	$M_{\frac{1}{1}}^d$	$M_{\frac{1}{1}}^s$
Lamellenformel	- 6 x	-12 x	x 10 x	-13 x	-13 x	-16 x	x 18 x	x 13 x	x 13 x	- 7 x	x 10 x
Länge	-266	-295	236	-256	-221	-228	258	-173	-195	-144	-132
Breite	96	96	84	110	113	86	92	90	76	87	64
Höhe	90	141	106	133	132	160	117	168	105	-64	115
LLQ.	27,4	21,0	19,5	19,1	18,6	13,3	15,0	13,3	14,0	13,1	11,8
HBQ.	—	1,2	1,2	1,2	1,2	1,8	1,3	1,8	1,4	—	1,8
LZQ.	0,9	0,8	0,8	0,8	1,1	1,7	1,3	1,6	1,1	1,3	3,7
Abrasion	80%	30%	45%	20%	50%	40%	20%	40%	50%	80%	55%
Lebensalter	~70 J.	~45 J.	~50 J.	~40 J.	~60 J.	~45 J.	~40 J.	~30 J.	~35 J.	~25 J.	~20 J.
maximale Mammillenzahl	4	~6	~9	~4	~5	~5	~4	~6	~5	~5	~8
Verschmelzg.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Schmelzfigur	rhomb.	breit-bandförmig				mittelbreit-bandförmig					
Schmelzfaltg.	stark	mittel				gering	mittel	gering	mittel		
Schmelzdicke	4,2	3,0	3,6	3,0	3,8	1,8	2,7	2,1	2,1	2,2	2,2
Mittelzacke	fehlt	↓↑	↓	↑	↑	↓↑	fehlt				

Tabelle 1

Metrische und morphologische Charakteristika einiger Molaren von *Archidiscodon* und *Parelephas trogontherii*.

	Mammuthus primigenius						Palaeoloxodon antiquus					
Nummer	95	1	43	17	42	99	83	50	86	81	55	87
Zahn	M ₃ s	M ₃ s	M ₃ s	M ₃ d	M ₂ d	M ₁ s	M ₃ s	M ₃ d	M ₃ s	M ₃ d	M ₂ d	M ₂ d
Lamellen- formel	-21x	x20x	-18x	x23x	-16x	-9x	-13-	-7-	-11x	x11-	-10x	x13-
Länge	-210	234	-178	256	-182	-145	-253	-145-	-251	210-	-189	199-
Breite	97	89	72	76	83	74	95	74	76	66	70	63
Höhe	160	164	~160	~135	156	~115	197	176	119	133	~80	157
LLQ	10,0	11,9	9,0	10,0	11,0	11,2	19,5	17,9	21,2	16,5	16,1	14,8
HBQ	1,6	1,8	1,8	1,6	1,9	1,6	2,2	2,3	1,6	2,1	-	2,4
LZQ	1,9	1,4	1,8	1,3	1,4	1,9	1,1	1,1	0,7	0,9	0,9	0,8
Abrasion	40%	20%	40%	35%	35%	50%	30%	35%	50%	15%	70%	15%
Lebensalter ca.	45 J.	37 J.	48 J.	40 J.	30 J.	20 J.	40 J.	50 J.	55 J.	40 J.	35 J.	20 J.
maximale Mammillenzahl	~5	~6	~6	~8	~5	~5	~8	~8	~4	~5	-	~8
Verschmelzung	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Schmelzfiguren	vorwiegend schmal bandförmig						zum Teil rhombisch					
Stärke der Schmelzfaltung	gering	mittel	gering	mittel	gering	mittel	mittel	stark	mittel	sehr stark	stark	
Schmelzstärke	1,7	2,0	1,5	1,9	1,9	2,0	3,0	3,3	3,5	3,3	~2,5	2,5
Mittelzacke	fehlt						↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑

Tabelle 2

Metrische und morphologische Charakteristika einiger Molaren von *Mammuthus primigenius* und *Palaeoloxodon antiquus*.

2.1. Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Elefantenart

Elefantenbackenzähne sind außerordentlich variabel, und fast nie entsprechen die Molaren eines Tieres denjenigen eines anderen Elefanten. So ist es nicht immer möglich an Hand eines einzigen Merkmals die Art zu bestimmen.

Die meisten Autoren trennen *Palaeoloxodon* von den Tieren der *Parelephas-Mammuthus*-Linie mit Hilfe der, auf der Kaufläche angeschnittenen, Form der Schmelzfigur. Bei den Elefanten der Reihe *Archidiscodon-Parelephas-Mammuthus* wird die Zuordnung zu einer der Arten überwiegend nach dem Längen-Lamellen-Quotienten getroffen. Bei diesen Bestimmungen sind jedoch eine Reihe von Besonderheiten zu beachten.

2.1.1. Die Längen-Lamellen-Quotienten wachsen mit dem Zahnwechsel. Bei den Milchmolaren ist ihr Wert noch kleiner als bei den Molaren, am größten bei den dritten Molaren.

2.1.2. Die Proboscidier haben zumeist einen deutlichen Geschlechtsdimorphismus. Elefantenbullen werden im Regelfalle größer als weibliche Tiere, was seine Auswirkung auch auf die Gebisse hat. Diese Größenunterschiede werden, kaum bei den Milchmolaren, sondern erst bei den Molaren und am stärksten bei den dritten Molaren deutlich. Die Anzahl der Lamellen einer Zahnkrone, nach der man zumeist auch die Einordnung in die Dentitionsreihe bestimmt, wird durch das Geschlecht der Tiere nicht beeinträchtigt. Dies hat zur Folge, daß kleinere weibliche Tiere einen niedrigeren LLQ haben und damit eine höhere phylogenetische Entwicklungsstufe zu besitzen scheinen, als männliche Tiere. Wenn dann zum Beispiel bei einer Population *Mammuthus primigenius* neben *Mammuthus primigenius-trogontherii* vorzukommen scheint, handelt es sich häufig nur um weibliche und männliche Tiere derselben Art.

2.1.3. Die Länge eines Zahnes wird nicht nur durch die Anzahl und Dicke der Lamellen, sondern auch durch die, mit Zwischenzement gefüllten, Abstände der Lamellen voneinander bestimmt. Bei *Archidiscodon* und *Palaeoloxodon* bedingen nicht nur die Dicken der Lamellen, sondern auch die Dicken des Zwischenzements die besondere Zahnlänge und damit die hohen Werte des Längen-Lamellen-Quotienten. Die Dicke des Zwischenzements nimmt bei den Elefanten der Mammutstammreihe im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung ab, die Lamellen rücken, unter Vermehrung, näher zusammen.

2.1.4. Rhombische Schmelzfiguren gibt es nicht nur bei *Palaeoloxodon* sondern auch bei *Archidiscodon* und in Einzelfällen auch bei *Mammuthus*, vor allem bei einer sehr starken Abrasion. Mittelzacken finden sich nicht nur bei *Palaeoloxodon* (bei $\pm 40-50\%$ der Zähne), sondern auch bei *Archidiscodon* (bei $\pm 10-20\%$ der Zähne).

2.1.5. Die für *Palaeoloxodon* kennzeichnende Verschmelzung von breiten Mittelpfeilern und schmalen Seitenpfeilern (bei $75-100\%$ der Zähne), gibt es auch bei Tieren der Mammutstammreihe (bei $\pm 10-35\%$ der Zähne). Bei allen Arten gibt es auch Verschmelzungen, bei denen alle drei Pfeiler nahezu gleich breit sind, selten bei *Palaeoloxodon*, mit $35-45\%$ bei den Molaren der *Archidiscodon-Parelephas-Mammuthus*-Reihe. Breite Seiten- und schmale Mittel-Pfeiler kennt man bei *Palaeoloxodon* nicht.

3. Untersuchung einiger für die Bestimmung von Elefantenbackenzähnen wichtiger Charakteristika (Diagramm 1-4)

Auf vier Diagrammen sind auf den Ordinaten Zahnbreite, Schmelzdicke, der Höhen-Breiten-Quotient und der Lamellen-Zwischenzement-Quotient abgetragen. Die Abszisse zeigt bei allen Diagrammen stets den Längen-Lamellen-Quotienten: die einzelnen Elefantenarten werden durch besondere Signaturen gekennzeichnet. Erste und zweite Molaren werden durch die Zahlen 1 und 2 kenntlich gemacht. Den dritten Molaren ist keine entsprechende Zahl beigegeben. Bei Unterkiefermolaren steht ein horizontaler Strich über dem Signum, bei Oberkiefermolaren unter demselben. Einigen Zähnen sind besondere Zahlen beigegeben. Diese beziehen sich auf die Zähne, deren Kaufläche die Abbildungen 1-4 zeigen.

3.1. Die Zahnbreite (Diagramm 1)

Die Breite eines Zahnes kann mit Näherungswerten häufig auch an Zahnfragmenten gemessen werden. Die maximale Breite eines dritten Molaren liegt zumeist zwischen der dritten und sechsten Lamelle und bei einer Abrasion von ungefähr 30 %. Messungen außerhalb dieses Bereichs nennen fast immer zu geringe Werte. Für die hier zu besprechenden Zähne aus Rheinschottern konnten die maximalen Zahnbreiten ohne Deckzement ermittelt werden.

Diagramm 1 läßt erkennen, daß die Molaren von *Palaeoloxodon* besonders schmal und die von *Archidiscodon* besonders breit sind. *Parelephas* hat im mittleren Wert schmalere Molaren als *Archidiscodon* und breitere als *Palaeoloxodon*, doch überschneiden sich die Meßwerte. *Mammuthus* hat im Mittel wieder größere Breitenwerte. Erste und zweite Molaren von *Mammuthus* entsprechen zum Teil den dritten Molaren von *Parelephas*. Der 3. Molar eines diminutiven Elefanten (Nr. 43) ist verständlicherweise besonders schmal. Die Streuung der Breitenwerte ist bei *Mammuthus* größer als bei den anderen Elefantenarten. Oberkiefermolaren sind im Regelfalle breiter als die zugehörigen Unterkiefermolaren.

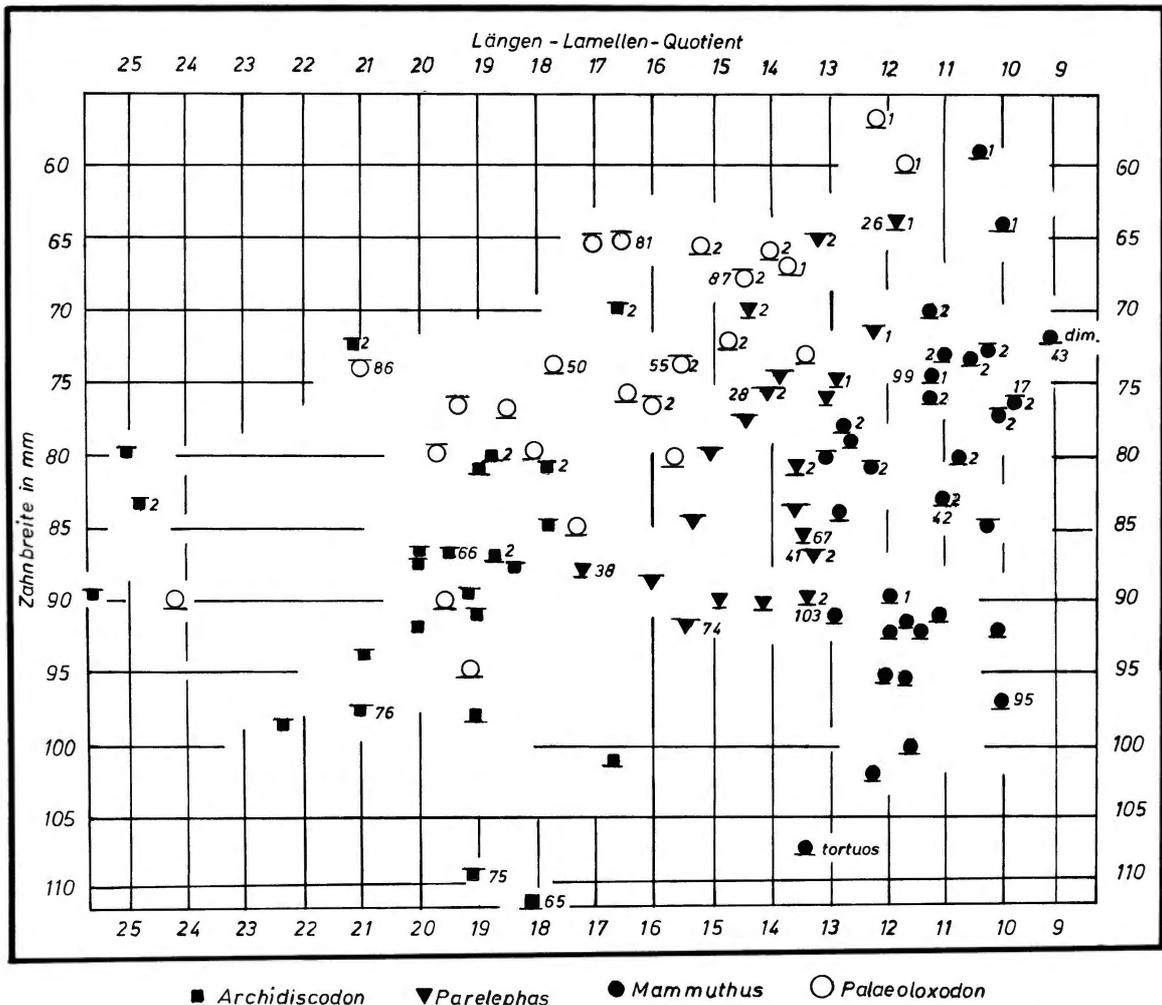


Diagramm 1. Zahnbreiten und Längen-Lamellen-Quotienten von pleistozänen Elefantenbackenzähnen aus Rheinschottern.

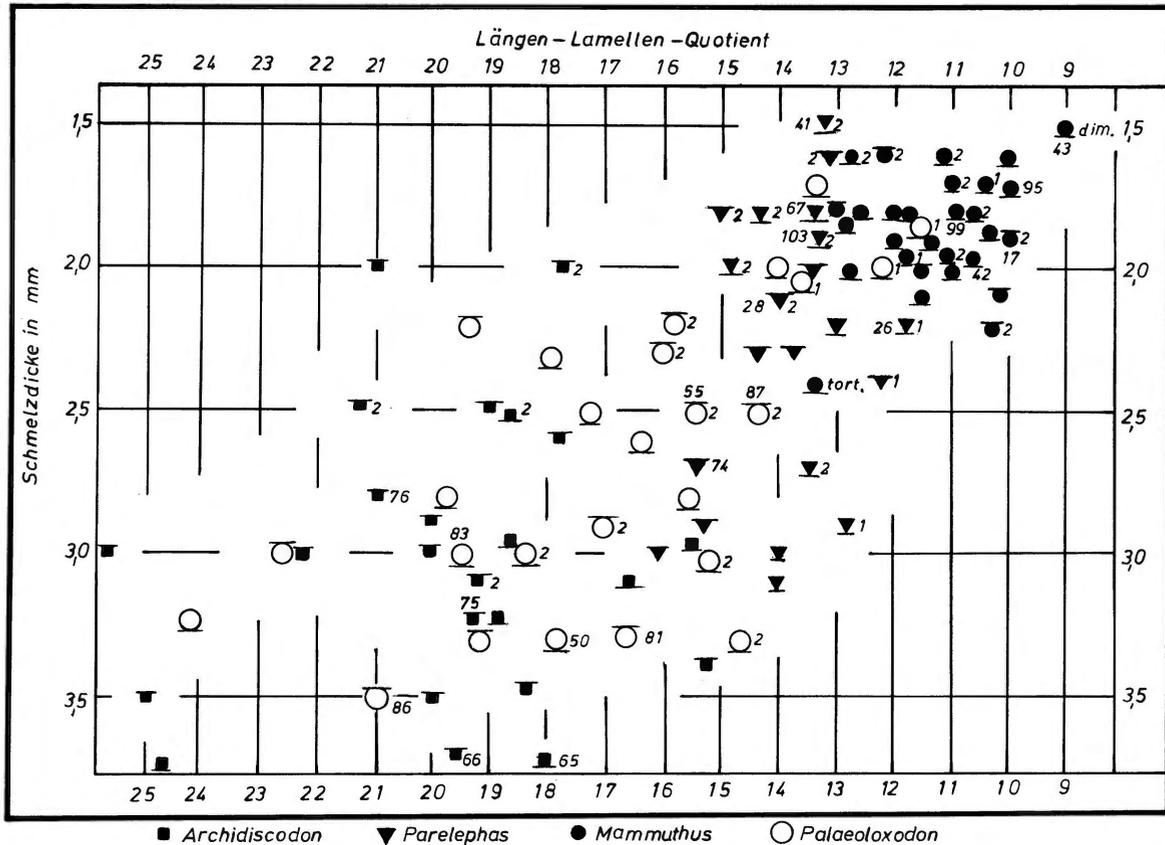


Diagramm 2. Schmelzdicken, gemessen auf den Kauflächen und Längen-Lamellen - Quotienten von Molaren pleistozäner Elefanten aus Rheinschottern

3.2. Die Schmelzdicke (Diagramm 2)

Bei nur wenig angekauften Lamellen ist der Schmelz meist dünn, nimmt dann mit zunehmender Abrasion einen mittleren Wert ein und wird an der Kronenbasis besonders dick. Die Schmelzstärke wird auf der Kaufläche, bei möglichst ungefähr mittlerer Abrasion, senkrecht zur Lamellenlänge, gemessen. Da die Dickenwerte auf der Kaufläche, selbst bei derselben Lamelle, sich ändern, muß man eine Anzahl von Messungen, auch an verschiedenen Lamellen, machen und aus diesen einen mittleren Wert errechnen.

Diagramm 2 zeigt, daß *Archidiscodon* und *Palaeoloxodon* die größten Schmelzdicken haben und *Mammuthus* die kleinsten. Bei *Mammuthus* drängen sich die Signaturen dicht zusammen, während bei *Archidiscodon* und *Palaeoloxodon* die Streuung besonders groß ist. *Parelephas* grenzt sich mit größeren Schmelzdicken deutlich von *Mammuthus* ab und erreicht mit seinen Extremwerten nahezu die größten Schmelzstärken von *Palaeoloxodon*. Die Dicke des Schmelzes vergrößert sich mit dem Zahnwechsel von M 1 über M 2 zu M 3.

Die Bestimmung der Schmelzdicken einiger verschieden alter europäischer Fundstellen, deren geologisches Alter festliegt, ergibt folgende Werte!

	Schmelzdicken	
	von – bis	mittl. Wert
<i>Mammuthus primigenius</i> (Předmostí, Musil 1968) Jungwürm-Kaltzeit	1,0 – 2,7	1,6
<i>Parelephas torogontherii</i> (Süßenborn) Beginn Mindel-Kaltzeit	1,8 – 3,3	2,5
<i>Archidiscodon meridionalis</i> (Valdarno) Alt-Pleistozän	2,5 – 5,0	3,5
<i>Palaeoloxodon antiquus</i> (Thüning. Travertine) Eem Warmzeit	2,2 – 4,0	3,0
<i>Palaeoloxodon</i> (Steinheim a.d. Murr) Holstein-Warmzeit	2,5 – 4,5	3,6

3.3. Der Höhen-Breiten-Quotient (Diagramm 3)

Die äußere Gestalt der Zahnkrone wird durch die Maße von Länge, Höhe und Breite bestimmt. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die maximale Breite häufig auch an Zahnfragmenten mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden kann. Auch die Höhe läßt sich oft noch abschätzen, selbst wenn die Abrasion der Lamellen schon im Gange ist. Die Länge eines Zahnes ist dagegen, sofern nicht alle Lamellen einschließlich der beiden Talone erhalten sind, oft nur sehr ungenau oder auch gar nicht zu bestimmen. Somit läßt sich der Höhen-Breiten-Quotient bei der Mehrzahl der überlieferten Backenzähne näherungsweise berechnen, sodaß für ein Diagramm ein ausreichendes Material zur Verfügung steht.

Das Diagramm 3 zeigt, daß *Archidiscodon* die geringsten HBQ-Werte hat. Die Molaren sind also im Verhältnis zur Breite besonders niedrig. Im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung werden die Molaren im mittleren Wert von *Archidiscodon* über *Parelephas* zu *Mammuthus* im Verhältnis zur Breite immer höher. Ein Teil der *Parelephas*-Zähne hat Werte, die denjenigen von *Archidiscodon* entsprechen, ein anderer Teil hat jedoch weit höher liegende Höhen-Breiten-Quotienten. Die Streuung ist bei *Parelephas* und auch bei *Mammuthus* größer als bei *Archidiscodon*. Die Molaren von *Palaeoloxodon* sind von denjenigen der *Mammuthus*-Gruppe deutlich durch größere Zahnhöhen und geringere Breiten abgesetzt.

Es überrascht, daß die Molaren in diesem Merkmal keine deutliche Trennung nach den Zahngenerationen (Dentitionsstufen) erkennen lassen, wie dies bei Zahnbreite und Schmelzdicke der Fall war.

Das Diagramm ist geeignet, um in Zweifelsfällen die Molaren des warmzeitlichen Waldelefanten (*Palaeoloxodon*) von denjenigen der kühl- und kalt-zeitlichen Tundra- und Steppen-Elefanten der Mammutstammreihe zu trennen.

3.4. Der Lamellen-Zwischenzement-Quotient (Diagramm 4)

Die Länge eines Backenzahnes wird durch die Anzahl der Lamellen, deren Dicke und durch die Dicke der Zwischenräume, welche die Lamellen voneinander trennen, die mit Zwischenzement ausgefüllt sind, bestimmt. Dünne Lamellen und dickes Zwischenzement ergeben entsprechende Zahnängen wie dicke Lamellen und dünnes Zwischenzement und damit bei gleicher Lamellenzahl auch gleiche Längen-Lamellen-Quotienten.

Bei geringer Abkattung ist das Zwischenzement meist besonders dick und bei sehr starker Abrasion nimmt die Dicke der Lamellen wesentlich zu.

Zur Untersuchung des Verhältnisses der Dickenwerte der Lamellen zu denjenigen der Zwischenzementabschnitte, zur Bestimmung also des LZQ, werden auf der Kaufläche wenigstens drei Meßstrecken abgetragen, auf denen jeweils die Dicken der beiden Komponenten gemessen werden. Aus den so erhaltenen Strecken wird ein mittlerer Wert errechnet und dann wird der Lamellenwert durch denjenigen des Zwischenzements dividiert. Bei starker Aufblähung des Mittelteils der Lamellen (z. B. bei Mittelzacken) wird auf diesen Bereich verzichtet. Ergibt sich ein LZQ-Wert unter 1 nimmt das Zwischenzement den größeren Teil der Kaufläche ein, bei Quotienten über 1 kommt den Lamellen der größere Abschnitt zu. Die LZQ-Werte einiger Fundstellen, deren Alter bekannt ist, zeigt die folgende Auflistung:

	LZQ - Werte	
	von - bis	mittl. Wert
Předmostí (<i>Mammuthus</i>)	1,6 - 3,1	2,4
Süßenborn (<i>Parelephas</i>)	1,3 - 3,8	1,8
Mosbach (<i>Parelephas</i>)	1,2 - 2,4	1,8
Valdarno (<i>Archidiscodon</i>)	0,8 - 2,3	1,0
Thüringer Travertine (<i>Palaeoloxodon</i>)	0,8 - 2,6	1,5
Steinheim a. d. Murr (<i>Palaeoloxodon</i>)	0,8 - 2,6	1,3
Mauer a. d. Elsenz (<i>Palaeoloxodon</i>)	1,3 - 2,5	1,7

Die altpleistozänen Molaren von *Archidiscodon* aus dem Valdarno, sowie die Molaren von *Palaeoloxodon* verschiedenen Alters und von unterschiedlichen Fundstellen haben die niedrigsten Werte, also die dicksten Abschnitte mit Zwischenzement. Am schmalsten ist das Zwischenzement bei den geologisch jüngsten (würmzeitlichen) Molaren von Předmostí in der ČSFR.

Bei ihnen nehmen die Lamellenquerschnitte überwiegend die Kauflächen ein. Diese Zähne sind also besonders geeignet für die Aufbereitung einer harten Nahrung.

Generell erkennt man, daß von Alt- zu Jung-Pleistozän die Abschnitte, welche die Lamellen auf den Kauflächen besetzen, auf Kosten derjenigen des Zwischenzements größer werden.

Das Diagramm 4 läßt in Übereinstimmung mit diesen Ergebnissen erkennen, daß die Molaren von *Archidiscodon* die niedrigsten LZQ-Werte haben. Es folgen die Molaren von *Palaeoloxodon*, dann die von *Parelephas*, und zuletzt kommen diejenigen von *Mammuthus*. *Palaeoloxodon* hat zum Teil gleiche Verhältnisswerte wie *Parelephas*, im mittleren Wert ist das Zwischenzement der Waldelefanten jedoch breiter.

Auch dieses Diagramm kann einen Beitrag zur Trennung der verschiedenen Elefantenarten liefern.

3.5. Die Lamellendichte

Die Dichte der Lamellen läßt sich durch den Längen-Lamellen-Quotienten festlegen. Dieser wird zumeist auf der Kaufläche errechnet, doch ist seine Bestimmung, sofern die Auflage mit Deckzement nicht zu dick ist, auch auf den Seitenwänden der Krone möglich, ja zum Teil günstiger. Da die Zähne zumeist in der Horizontalen gebogen sind, muß man die LLQ-Werte auf beiden Seiten der Zahnkrone bestimmen, und aus den erhaltenen Werten das Mittel berechnen. Bei Oberkieferzähnen stehen die Lamellen meist ungefähr parallel zueinander, bei Unterkieferzähnen divergieren sie in Richtung zur Wurzel. Der LLQ wird also mit zunehmender Abrasion größer. Bestimmt man den LLQ auf den beiden Seiten der Zahnkrone, sollte man hierzu etwa in die Mitte der voll erhaltenen Lamellen gehen (entsprechend einer 50 % Abrasion).

Der LLQ wächst in der Ontogenese, was bedeutet, daß die im Zahnwechsel früheren Zähne geringere Quotienten haben, als die späteren, was auch die Diagramme 1–4 zeigen.

In der Phylogenie der *Archidiscodon-Mammuthus*-Reihe nimmt die Anzahl der Lamellen unter deren Dünnerwerden zu, während die Zahnlängen nicht oder nicht entsprechend anwachsen. Dies hat zur Folge, daß der altpleistozäne *Archidiscodon* einen hohen und das jungpleistozäne Mammut einen niederen LLQ errechnen lassen.

Bei *Archidiscodon* und *Mammuthus* ist die Streuung der LLQ-Werte besonders groß.

Die folgende Zusammenstellung erlaubt einen Vergleich der Längen-Lamellen-Quotienten von örtlich und zeitlich verschiedenen europäischen Fundstellen mit denjenigen der Aufsammlungen aus Rheinschottern.

Zähne von verschiedenen Fundstellen	LLQ-Werte	
	von – bis	mittlerer Wert
Prědmostí (<i>Mammuthus</i>)	8,8 – 14,6	11,3
Süßenborn (<i>Parelephas</i>)	13,0 – 20,0	16,1
Mosbach	13,4 – 18,6	16,0
Valdarno (<i>Archidiscodon</i>)	16,5 – 23,5	19,6
Thüringer Travertine (Eem) <i>Palaeoloxodon</i>	14,4 – 19,4	16,6
Bilzingsleben (Holstein) <i>Palaeoloxodon</i>	15,9 – 22,0	18,1
Steinheim a. d. Murr (Holstein) <i>Palaeoloxodon</i>	16,0 – 22,5	18,8
Mauer a. d. Elsenz (Cromer) <i>Palaeoloxodon</i>	17,1 – 21,5	19,2
Zähne aus Rheinschottern		
<i>Mammuthus primigenius</i>	10,0 – 13,2	11,3
<i>Parelephas trogontherii</i>	13,0 – 17,5	15,2
<i>Archidiscodon meridionalis</i>	16,6 – 25,6	19,7
<i>Palaeoloxodon antiquus</i>	14,5 – 24,3	17,9

Die Längen-Lamellen-Quotienten der Elefanten-Molaren von verschiedenen europäischen Fundstellen und diejenigen aus Rheinschottern zeigen in den mittleren LLQ-Werten somit eine gute Übereinstimmung, in erster Linie bei *Archidiscodon* und *Mammuthus*. Die Zähne von *Paleoloxodon* stammen wohl nicht alle aus einer Zeit, sondern sie könnten aus Eem- und Holstein-zeitlichen Ablagerungen kommen, und einige könnten auch ein Cromer-zeitliches Alter haben. Die Molaren von *Parelephas* sind vielleicht auch nicht alle eines gleichen Alters.

Die Molaren von *Palaeoloxodon* verschiedener europäischer Fundstellen weisen darauf hin, daß auch bei den Waldelefanten von alt zu jung die Lamellendichte größer wird, allerdings in weit geringerem Maße, als dies bei der Mammutstammlinie der Fall ist.

4. Die einzelnen Elefantenarten (Dazu Abb. 1–4)

Für die Zuordnung von Backenzähnen zu den verschiedenen Elefantenarten geben die Kauflächen oft wesentliche Hinweise. Einige Beispiele werden auf den Abbildungen 1–4 gezeigt, wo verschiedene Charakteristika zu erkennen sind. Ergänzungen bringen die Tabellen 1–3. Ferner werden in den

folgenden Texten Besonderheiten angeführt, die auf den Abbildungen und aus den Tabellen nicht zu ersehen sind.

4.1. *Archidiscodon* (Abb. 1)

Zahn 75. Dritter Molar des rechten Unterkiefers.

Der Schmelz ist äußerlich schwarz, innerlich milchglasartig. Dentin und Zement sind hellgelb, mit rötlich-braunen Flecken. Reste des Deckzements sind erhalten. Einige Teile der Zahnkrone sind durch Windschliff poliert, der Molar lag also – vor der Einbettung – einige Zeit an der Erdoberfläche, wo er durch vom Wind getriebenen Sand geschliffen wurde. Er ist nur wenig angekauft, doch sind die Pulpen überraschenderweise bereits geschlossen. Allerdings gibt es da, wo diese die Zahnbasis erreichten, noch Eintiefungen. Die Schmelzbrücken sind schon fertig ausgebildet. An den Außenseiten einiger Lamellen erkennt man kleine Wülste, die im Abstand von 5,0 bis 5,5 mm von Wulstmitte zu Wulstmitte einander folgen. Sie entstanden durch rhythmische Wachstumsschübe, die vielleicht jahreszeitlich bedingt waren. Die Verschmelzung ist median-annular lateral-lamellar, entspricht also dem Typ der Mammutstammreihe. Einige Mittelpfeiler sind verdickt.

Zahn 65. Dritter Molar des linken Oberkiefers.

Der Zahn ist breiter als die entsprechenden Unterkiefermolaren. Der Schmelz ist äußerlich schwarz, innerlich milchglasartig. Dentin und Zement sind hellgrau mit einem schwachen rötlich-braunen Schimmer. Bei der Verschmelzung sind die drei Pfeiler ungefähr gleich breit. Die vorderen Lamellen haben schwache Mittelzacken. Die Anzahl der Mamillen liegt zwischen 4 und 6.

Zahn 66. Dritter Molar des rechten Unterkiefers.

Der Schmelz ist äußerlich schwarz, innerlich milchglasartig. Zement und Dentin sind braun, letzteres stellenweise an der Oberfläche auch schwarz. Der vordere Talon ist als Suffix mit der ersten Lamelle verschmolzen. Die Pulpa des Talons mündet in diejenige der vordersten Lamelle. Bei der Verschmelzung ist der Mittelpfeiler schmaler als die Seitenpfeiler, also kennzeichnend für die Mammut-Stammreihe. Zweite bis sechste Lamelle haben Mittelzacken, vor allem in Richtung zur rückwärtigen, proximalen Zahnseite. Die hintersten Lamellen haben 5–9 Mamillen.

Zahn 76. Dritter Molar des rechten Unterkiefers.

Der Schmelz ist äußerlich dunkelgrau, innerlich mattglasartig. Zement und Dentin sind hellgrau, letzteres etwas dunkler. Deckzement ist mit einer Dicke von 1,8 bis 2,2 mm erhalten. Bei der Verschmelzung ist der Mittelpfeiler breit, die Seitenpfeiler sind schmal. Die Verschmelzung ist also nicht kennzeichnend für die Mammutreihe. Die Anzahl der Mamillen liegt zwischen 5 und 7. Auf der Zahnvorderseite gibt es eine deutliche Impression, die durch den Druck auf den vorausgegangenen zweiten Molaren entstand.

Zahn 107. Dritter Molar des linken Unterkiefers. Der Zahn wurde, wie Herr Grob feststellen konnte, aus einer Tiefe von 51 m herausgebaggert, wohl aus dem Grenzbereich von Schottern und der darunter folgenden Schicht. Es ist der primitivste aller untersuchten Molaren. Der Schmelz ist äußerlich schwarz, Zement und Dentin sind hellbraun. An der externen Vorderseite erkennt man die Spuren von Windschliff, also lag der Zahn vor der endgültigen Einbettung an der Erdoberfläche, wo er dem vom Wind getriebenen Sand ausgesetzt war. Der Molar ist stark niedergekauft, an seiner Vorderseite hat sich bereits ein 75 mm langes Dentinplanum gebildet. Hier waren die Lamellen also restlos abradiert. Trotzdem ist die Pulpa der Vorderwurzel weit geöffnet. Die Verschmelzung zeigt einen schmalen Innenpfeiler und breite Außenpfeiler, ist also kennzeichnend für Zähne der Mammutstammreihe. Die Lamellen haben einen rhombischen Querschnitt, wie er zwar vor allem bei *Palaeoloxodon* aber, wenn auch seltener, ebenfalls bei *Archidiscodon* vorkommt. Tobien (1986, Abb. 38) zeigt einen Molaren aus

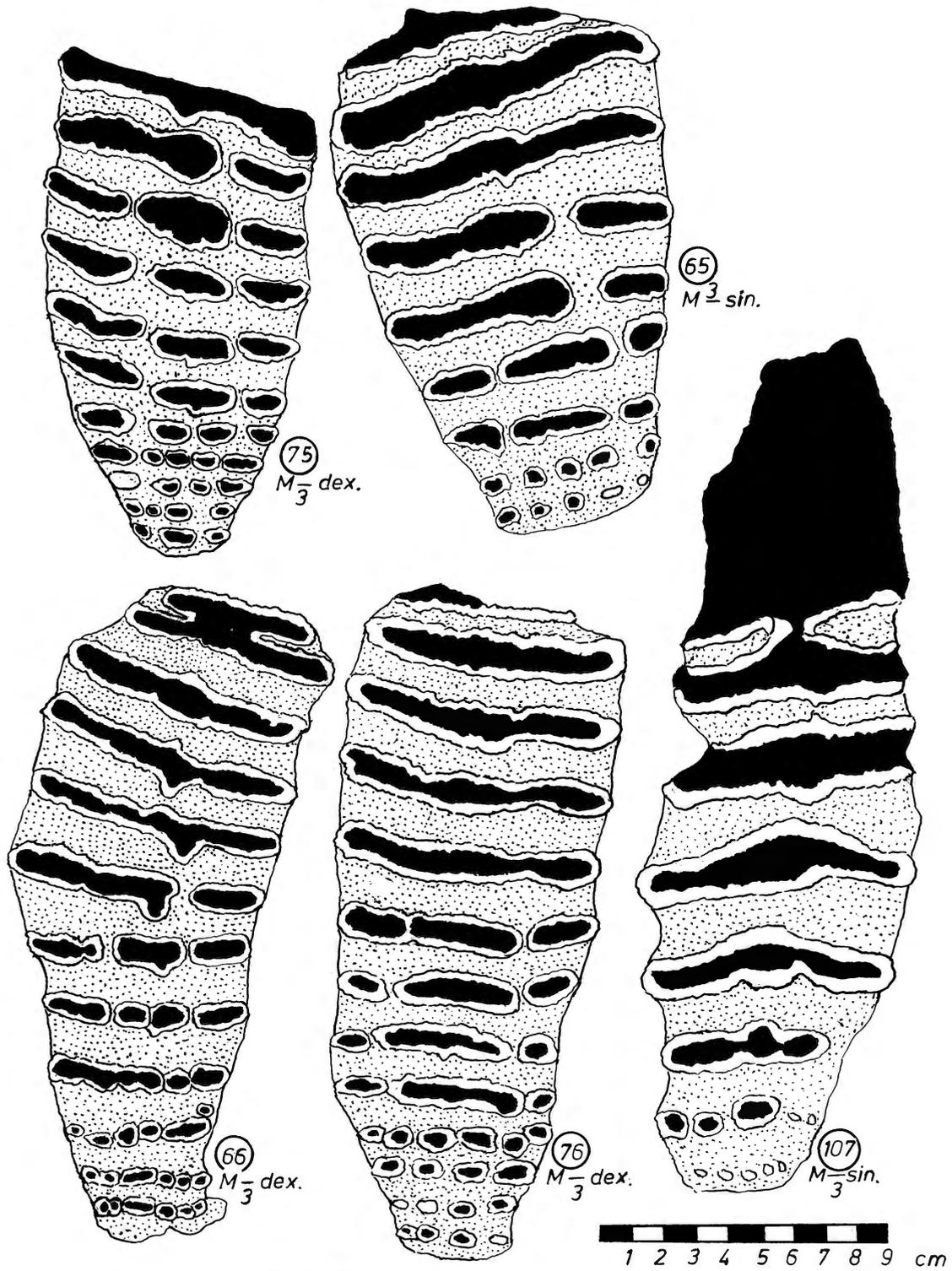


Abb. 1. Kauflächen einiger Molaren von *Archidiscodon*.

dem älteren Pleistozän von Berstadt (Oberhessen), den er zu *Archidiscodon* cf. *meridionalis* stellt. Seine rhombische Lamellenquerschnitte entsprechen denjenigen des Zahnes aus den Rheinschottern.

Zur Bestimmung der Elefantenart dieses Zahnes gibt Tabelle 3 Daten von geologisch alten Elefanten aus dem oberen Tertiär und dem unteren Pleistozän. Die Daten wurden zum Teil Veröffentlichungen von Dietrich (1942), Maglio (1973) und Garutt (1976) entnommen.

Es ist zu beachten, daß sich die Variationsbreiten der Messungen und auch der Quotienten überschneiden, die mittleren Werte also keine exakte Bestimmung erlauben. Ferner ist zu berücksichtigen, daß der Zahn aus den Rheinschottern ein, bis auf die Zahnbasis niedergekaueter, dritter Molar des Unterkiefers ist, dessen LLQ-Wert also besonders groß ist.

Trotz dieser Einschränkungen muß der Molar einer geologisch besonders alten Elefantenart zugeordnet werden. Er ist primitiver und wohl auch älter als *Archidiscodon gromovi* (GARUTT & ALEKSEEVA). Diese Art nennt Azzaroli (1983) bei der Montopoli-Fauna Italiens, die im Pliozän lebte (De Giuli 1983). Der Zahn aus den Rheinschottern zeigt genügend Übereinstimmungen mit *Archidiscodon planifrons* (FALCONER & CAUTLEY), um zu diesem gestellt zu werden. Er hätte dann ein jungtertiäres Alter.

4.2. *Parelephas trogontherii* (Dazu Abb. 2)

Zahn 41. Erster Molar des rechten Oberkiefers.

Der Schmelz ist kräftig rotbraun gefärbt, Dentin und Zement sind zum Teil weiß mit braunen Flecken. Der Molar ist derart stark abradiert, daß man die Verschmelzung nicht mehr erkennen kann. Alle Pulpen sind geschlossen. An den Wurzelresten sieht man die Spuren einer Resorption. Das Deckzement fehlt.

Zahn 26. Erster Molar des linken Oberkiefers.

Der Schmelz ist dunkelbraun, das Dentin weiß und das Zwischenzement ebenfalls weiß oder zum Teil auch bräunlich. Deckzement fehlt. Auf der konkaven Seitenwand der Zahnkrone sind acht Lamellen so stark angeschlagen, daß das Dentin freigelegt ist. Bei der Verschmelzung ist der Innenpfeiler nur wenig schmaler als die Außenpfeiler. An der distalen Seite fehlen wahrscheinlich nur der vordere Talon und eine Lamelle.

Zahn 103. Zweiter Molar des rechten Oberkiefers.

Der Schmelz ist schwarz, Zwischenzement und Dentin sind weiß, zum Teil rötlich verfärbt. Deckzement fehlt. Die Zahnkrone ist beidseitig abgerollt, Seitenwände der Lamellen sind angeschlagen. Der Zahn sieht aus als sei er poliert worden. An der Kronenbasis sind die Schmelzbrücken ausgebildet, doch sind sieben Pulpen noch geöffnet. Am Ansatz der fehlenden Vorderwurzel zeigen sich Spuren einer Resorption. Die Verschmelzung der drei Pfeiler ist nur schlecht zu erkennen.

Zahn 28. Zweiter Molar des rechten Unterkiefers.

Der Schmelz ist schwarz, Dentin und Zwischenzement sind rostbraun. Das Deckzement fehlt bis auf kleine Reste. Die labiale Innenseite zeigt deutliche Spuren von Beschädigungen, wohl durch – in einem schnell strömenden Fluß – treibende Gerölle entstanden. Bei der Verschmelzung sind die Innenpfeiler schmal, die Außenpfeiler breit, also kennzeichnend für die Mammutschammlinie.

Zahn 74. Dritter Molar des rechten Unterkiefers.

Der Zahn besteht aus zwei Bruchstücken, die von Herrn Grob geschickt miteinander verbunden worden sind. Der Schmelz ist schwarz, Zement und Dentin sind hellbraun, letzteres ist etwas dunkler. Deckzement fehlt. An der konvexen Zahninnenseite sind einige Lamellen abgeschliffen. Trotz einer noch nicht starken Abrasion sind die Pulpen bereits geschlossen. Die Anzahl der Mammillen ist, mit drei bis fünf je Lamelle, gering.

Zahn 67. Dritter Molar des rechten Oberkiefers.

Schmelz, Dentin und Zement sind grau, der Schmelz am dunkelsten. Deckzement fehlt. Von der

	Archidiscodon					
	meridionalis	gromovi	recki	planifrons	subplanifrons	Rheinschotter
Lamellenzahl mittl. Wert	17	13	12,5	10,0	7,5	—
Extremwerte von - bis	15-26	11-15	11-16	8-12	7-9	9-10
Länge	280	255	263	238	250	266
Breite	98	102	90	98	96	96
Höhe	153	127	121	~94	~90	~90
LLQ mittl. Wert	19	21	~19	~25	~28	27
Extremwerte von - bis	15-27	15-28	16-24	18-30	20-33	—
Schmelzdicke mittl. Wert	3,0	3,0	3,1	3,9	4,0	4,2
Extremwerte von - bis	2,1-3,9	2,5-5,0	2,4-3,6	2,2-5,2	3,4-5,5	—
Geolog. Alter	Alt - Pleistozän	spätes Pliozän	spät,Plioz. bis mittl.Plei.	spät,Plioz. bis früh.Plei.	frühes Pliozän	—
Vorkommen	Europa	Europa Asien	Afrika	Asien Europa	Afrika	Europa

Tabelle 3

Mittlere und extreme Werte von Messungen und Quotienten an 3. Molaren von pliozänen und altpleistozänen Proboscidiern.

hinteren Wurzel sind Reste erhalten. Im Gebiet des Ansatzes zur Vorderwurzel gibt es Spuren einer Resorption. An den hinteren Lamellen sieht man Wülste, die wohl als Wachstumsrhythmen zu deuten sind. Sie folgen einander mit 6 mm von Wulstmitte zu Wulstmitte.

Die Verschmelzung mit breitem Innenfeiler und schmalen Seitenfeilern, ist untypisch für Elefanten der Mammutstammreihe. Mammillen gibt es nur vier bis sechs je Lamelle. An der distalen Vorderseite des Molaren zeigt sich eine Impression, die durch den Druck auf den vorausgegangenen zweiten Molaren entstanden ist.

4.3. *Mammuthus primigenius* (Dazu Abb. 3)

Zahn 99. Erster Molar des linken Oberkiefers.

Der Schmelz ist äußerlich grau-braun, innerlich mattglasartig. Zement und Dentin sind rotbraun. Deckzement findet sich stellenweise in einer 0,6 bis 1,0 dünnen Schicht. Bei einer Abrasion von etwa 50 % sind alle Pulpen geschlossen. An der distalen Vorderseite gibt es eine starke Impression, als Folge des Nachpressens des Zahnes und Druckes auf den vorausgegangenen Zahn. Der proximale Talon ist als Suffix mit der letzten Lamelle verschmolzen. Er endet mit acht Mammillen.

Zahn 42. Zweiter Molar des rechten Oberkiefers.

Der Schmelz ist – für Mammuthuszähne sehr selten – schwarz. Dentin und Zement sind rostbraun. Auf der Innenseite erkennt man eine beginnende Tortuosität und in der hierbei entstandenen Eintiefung ist

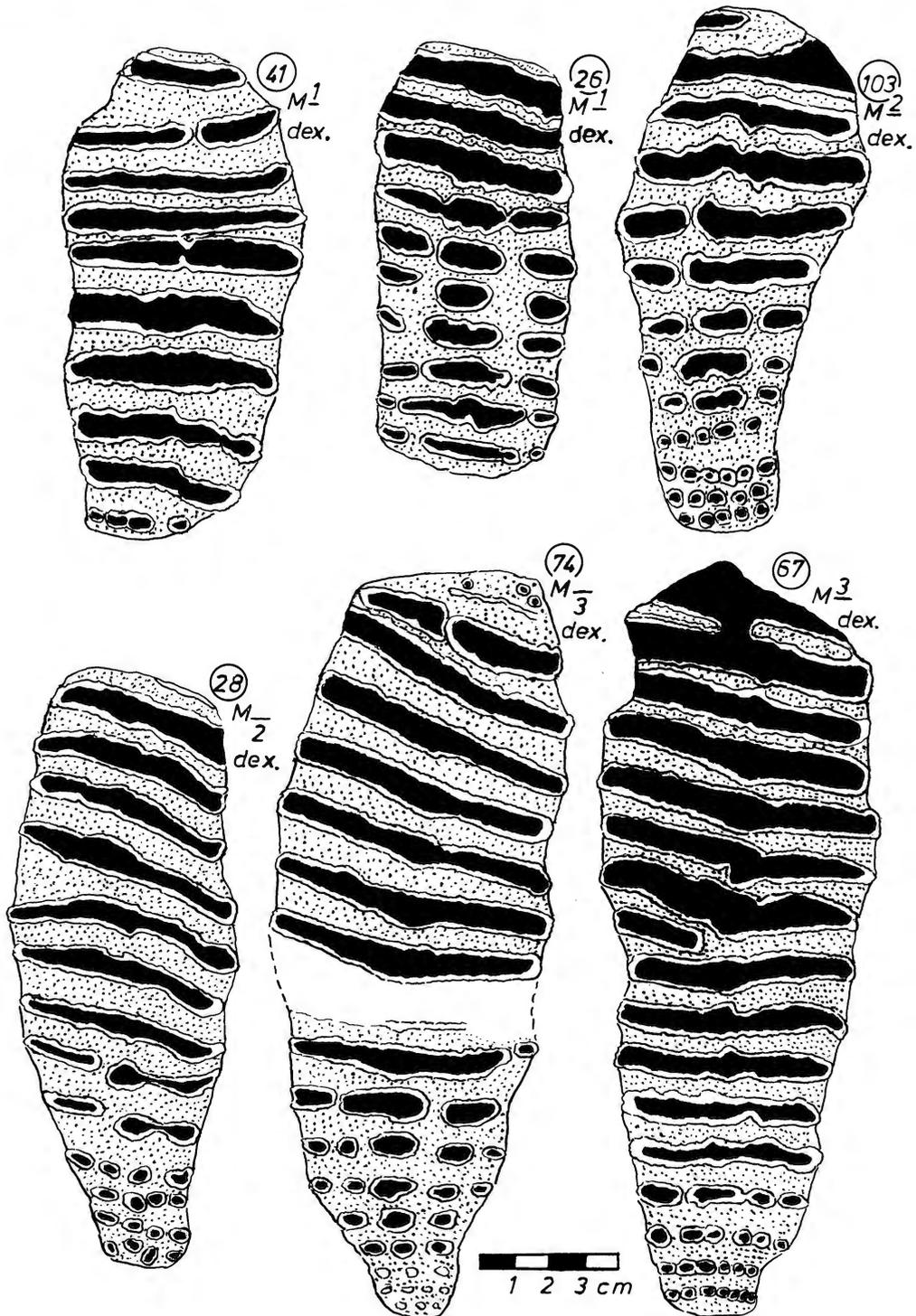


Abb. 2. Kauflächen einiger Molaren von *Parelephas trogontherii*.

das Deckzement erhalten geblieben. Auf beiden Seiten der Zahnkrone sind Lamellen angeschlagen, wohl durch im Fluß treibende Gerölle. Bei der Verschmelzung sind die drei Pfeiler ungefähr gleich breit. Die Anzahl der Mammillen liegt zwischen vier und fünf. Der Schmelz ist besonders stark gefältelt.

Zahn 17. Dritter Molar des rechten Unterkiefers.

Der Schmelz ist grau-braun, Schmelz und Dentin sind ebenfalls graubraun, aber etwas heller. Deckzement fehlt. Der Zahn ist mit 23 Lamellen und den beiden Talonen voll erhalten, lediglich am distalen Talon ist ein Stück abgebrochen. Der vorderste Zahnteil mit Talon und zwei Lamellen ist von der anschließenden Zahnkrone durch eine Zäsur getrennt. Der Abbildung fehlen die hinteren neun noch nicht angekauften Lamellen und der Talon.

Zahn 43. Dritter Molar des linken Oberkiefers (Diminutivform). Der Schmelz ist dunkelgrau bis schwarz. Dentin und Zwischenzement sind hellgrau, stellenweise etwas rötlich. Es sind 18 Lamellen erhalten, der distalen Zahnseite mögen etwa 3 Lamellen und der Talon fehlen. 12 Lamellen wurden abradiert, die hinteren 6 Lamellen sind noch nicht angekauft und fehlen der Abbildung. Wie die geringe Größe, der dünne Schmelz und der kleine LLQ sagen, handelt es sich um eine Diminutivform, wahrscheinlich von *Mammuthus primigenius*, doch läßt sich auch *Parelephas trogontherii* nicht ganz ausschließen. Die Verschmelzung mit schmalen Mittelpfeiler und breiten Seitenpfeilern ist kennzeichnend für Zähne der Mammutstammlinie.

Zahn 1. Dritter Molar des linken Oberkiefers.

Der Schmelz ist grau, Dentin und Zwischenzement sind hellgrau. Deckzement ist nur in kleinen Resten erhalten. Der vordere Talon ist als Suffix mit der ersten Lamelle verschmolzen. Am distalen Zahnende gibt es Impressionen. Es sind lediglich 12 Lamellen angekauft, die restlichen 9, die sich noch nicht in Abrasion befinden, fehlen der Abbildung. Der Molar ist also noch im Anfangsstadium der Abrasion und dementsprechend sind die Pulpen der hinteren 8 Lamellen noch offen. Die Verschmelzung mit breiten Mittelpfeilern und schmalen Seitenpfeilern ist nicht typisch für Zähne der *Mammuthus*-Stammlinie.

Zahn 95. Dritter Molar des linken Oberkiefers.

Der Schmelz ist graubraun, Zwischenzement und Dentin sind hellgrau, an einigen Stellen auch weiß. Das Deckzement fehlt. Auf der Außenseite der Zahnkrone erkennt man an der Zahnbasis einen geringen Einschnitt, eine schwache Zäsur, welche die vorderen 2 Lamellen und den Talon von der dahinter folgenden Kronenbasis trennt. Alle Pulpen sind – schon bei einer Abrasion von 40 bis 45 % – geschlossen. 3 Lamellen und der hintere Talon sind noch nicht angekauft und fehlen daher der Abbildung. Die Anzahl von 2–5 Mammillen ist gering.

4.4. *Palaeoloxodon antiquus* (Dazu Abb. 4)

Zahn 87. Zweiter Molar des rechten Unterkiefers.

Der Zahn besteht aus zwei Stücken, die Herr Grob sehr gut zusammengesetzt hat. Der Schmelz des vorderen Teilstücks ist milchglasartig, Dentin und Zement sind weißlich-grau und rein-weiß. Das hintere Teilstück ist dagegen kräftig rotbraun gefärbt. Der Molar war also bereits vor der Einbettung zerbrochen, und die beiden Fragmente wurden in verschiedenen Erdschichten eingelagert. Deckzement ist in Lagen von 0,9 bis 2,0 mm Dicke erhalten. Der Vordere Talon ist als Suffix mit der ersten Lamelle verschmolzen. Entsprechend der geringen Abrasion sind alle Pulpen noch offen. Sie haben Tiefen von 35 bis 40 mm. Die ersten vier Lamellen werden bereits durch Schmelzbrücke miteinander verbunden, weiter proximalwärts sind diese in Bildung begriffen. Die vorderen tiefer abradierten Lamellen haben kräftige Schmelzfalten. Die Lamellen enden mit 6 bis 8 Mammillen. Es fällt auf, daß bei mehr als der Hälfte der Kaufläche (an 8 Lamellen) lediglich die Mammillen angeschnitten sind, der Zahn also beim Vorschub nur sehr wenig gekippt wurde. An einigen Lamellen der distalen Zahnseite erkennt man Wülste, die mit

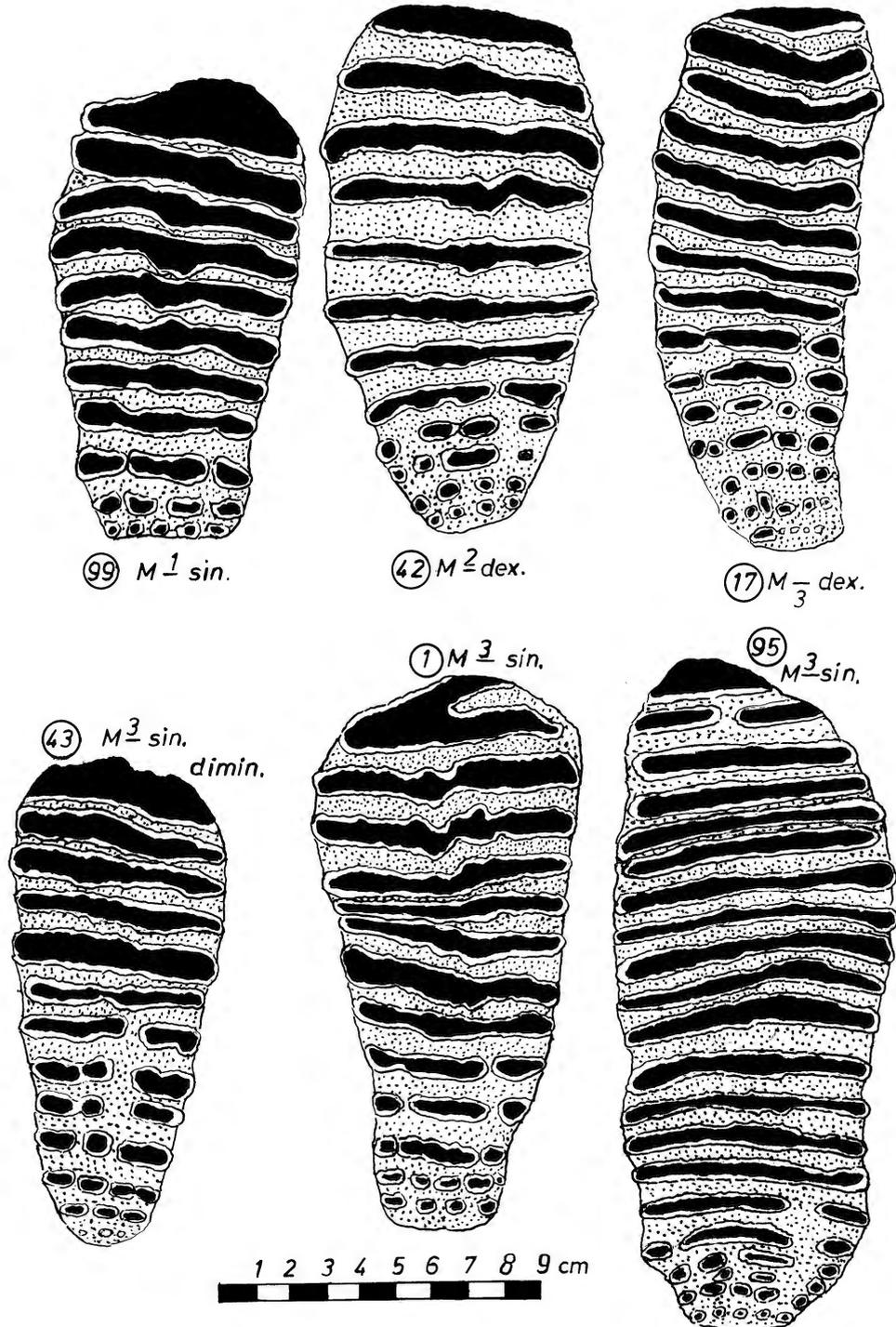


Abb. 3. Kauflächen einiger Molaren von *Mammuthus primigenius*.

einem Abstand von 5,5 bis 6,0 mm einander folgen. Sie entstanden als Wachstumsschübe.

Zahn 50. Dritter Molar des rechten Oberkiefers.

Der Schmelz ist hellbraun mit einem stellenweise schwarzen Belag. Dentin und Zement sind weiß. An der Vorder- und Rückseite fehlen Teile der Zahnkrone. Die nicht angekauften Lamellen enden mit 6–9 Mammillen. Höhe und Breite der Zahnkrone, der rhombische Querschnitt der Lamellen mit Mittelzacke, der hohe Wert des LLQ, der niedrige des LZQ, die Art der Verschmelzung, mit breitem Mittelpfeiler und schmalen Seitenpfeilern, sowie die Ausbildung der Schmelzfalten sind kennzeichnend für den Waldelefanten.

Zahn 81. Dritter Molar des rechten Unterkiefers.

Der Schmelz ist milchglasartig weiß, Dentin und Zement sind ebenfalls weiß. Am hinteren Ende fehlen Lamellen. Der vorderste Zahnteil, mit zwei Lamellen und dem Talon sind an der Basis durch eine Zäsur von der anschließenden Zahnkrone abgesetzt. Der Molar ist wenig abradert und die Pulpen sind alle noch geöffnet. Der distale Talon ist an seiner Basis mit der ersten Lamelle verschmolzen, die Pulpen gehen ineinander über. Es handelt sich um einen besonders kleinen Molaren, er entspricht dem holsteinzeitlichen *Palaeoloxodon antiquus bilzingslebenensis*. An der Außenseite einiger Lamellen gibt es Wülste, die einander mit einem Abstand von $\pm 5,0$ mm von Wulstmitte zu Wulstmitte folgen.

Zahn 55. Zweiter Molar des rechten Unterkiefers.

Der Schmelz ist milchglasartig und kaum verfärbt. Dentin und Zement sind hellgelb. Deckzement ist auf der konkaven Seite der Zahnkrone in einer etwa 1 mm dünnen Schicht erhalten. Der Schmelz ist sehr stark gefältelt. Der Zahn wurde beim Nachschub fast nicht gekippt, sodaß die meisten Lamellen, trotz starker Abrasion, ein nahezu gleiches Abkautungsstadium haben.

Zahn 83. Dritter Molar des linken Unterkiefers.

Der Schmelz ist dunkelgrau, Dentin und Zement sind rostbraun. Das Deckzement bildet eine Auflage von 2–4 mm. Der Vorder- und der Rückseite fehlen Lamellen. Die Pulpen sind bei einer Abrasion von ± 30 % noch alle offen. Die maximale Pulpentiefe mißt 65 mm. Die Schmelzbrücken sind bereits ausgebildet. Die Anzahl der Mammillen liegt bei 4 bis 8 je Lamelle.

Zahn 86. Dritter Molar des linken Unterkiefers.

Der Schmelz ist milchglasartig, hat aber eine braune Haut. Zement und Dentin sind dunkelbraun mit weißen Flecken. Kleine Teile von Deckzement sind, in einer Dicke von 0,7–1,7 mm, über die Seitenwände der Zahnkrone verteilt. Auf der konvexen Seite sind fünf Lamellen, wohl durch im Fluß treibende Gerölle, angeschlagen. Auf der distalen Vorderseite befindet sich eine Impression. Bei einer Abrasion von ± 50 % sind alle Pulpen hinter der vierten Lamelle noch offen. Der Schmelz ist stark gefältelt, Mittelzacken sind an den Lamellen 1–6 ausgebildet. An den hinteren Lamellen erkennt man 3–4 Mammillen.

Der Zahn ist für einen Unterkiefermolaren im Verhältnis zur Breite besonders niedrig und der Längen-Zwischenzement-Quotient ist ganz besonders klein, was besagt, daß das Zwischenzement auf der Kaufläche einen besonders großen Platz einnimmt. Der Längen-Lamellen-Quotient ist, mit einem Wert von 21,2 ganz besonders groß. Hier ergeben sich einige Ähnlichkeiten mit Zähnen von *Palaeoloxodon antiquus* von den Fundstellen Mosbach und Mauer, die an die Möglichkeit denken lassen, daß Zahn Nr. 86 ebenfalls aus der Cromer-Warmzeit stammen könnte, ohne daß dies mit letzter Sicherheit gesagt werden kann.

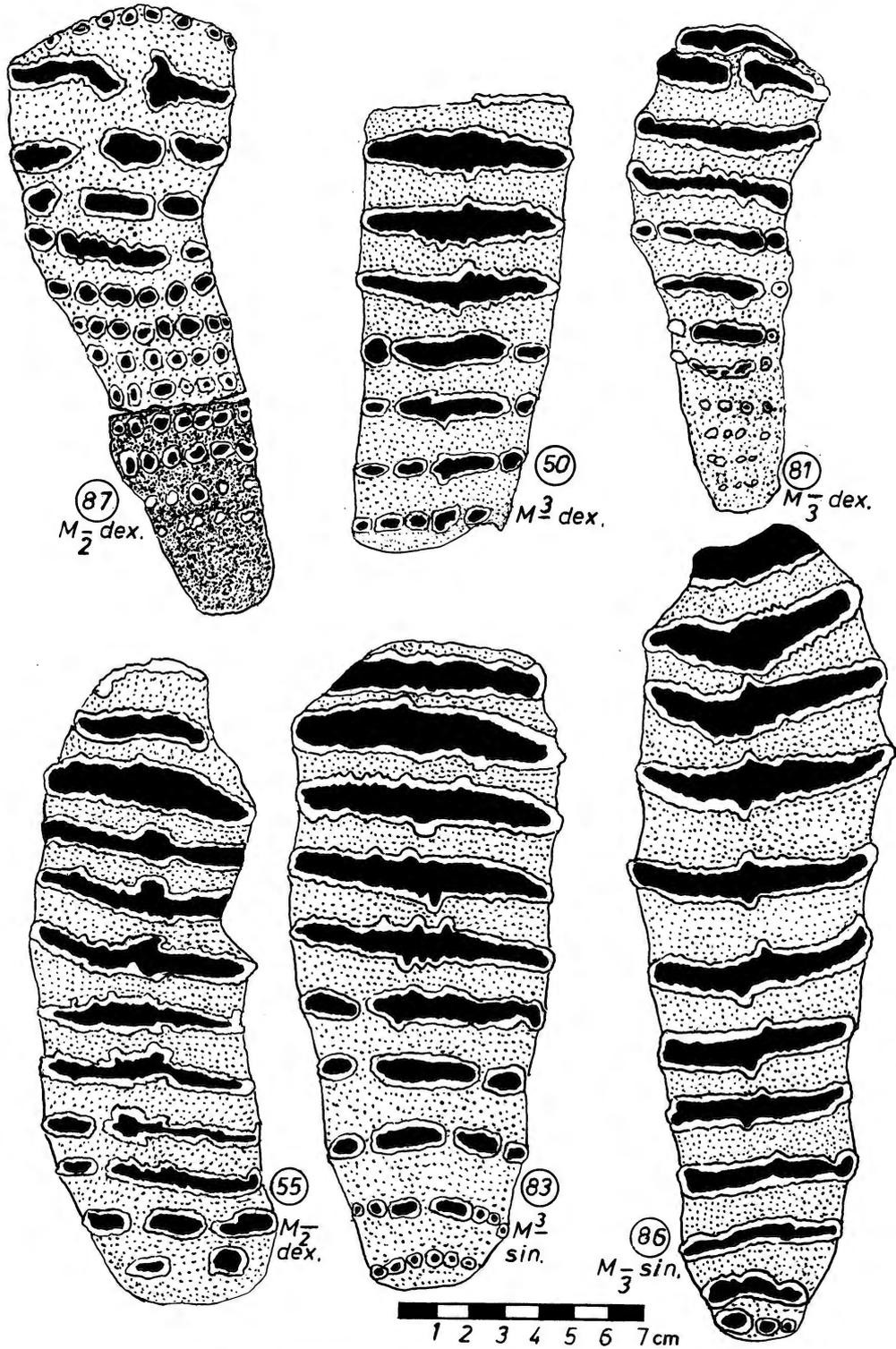


Abb. 4. Kauflächen einiger Molaren von *Palaeoloxodon antiquus*.

5. Zusammenfassung

Über 100 Backenzähne pleistozäner Elefanten, welche die Bagger in Kiesgruben des südlichen Oberrheintals aus unterschiedlichen Tiefen herausgeholt haben, werden den verschiedenen Elefantenarten zugeordnet. Es sind Molaren von *Archidiscodon*, *Parelephas trogontherii*, *Mammuthus primigenius* und dem interglazialen *Palaeoloxodon antiquus*; überwiegend Fragmente, die mitunter schon beim Gebrauch Stücke der Zahnkrone verloren haben oder Molaren, die häufig noch vor der Einbettung zerbrochen sind und von denen dann nur Teilstücke gefunden wurden.

Die Färbung der Zähne, vor allem des Schmelzes, gibt – mit einigen Einschränkungen – Hinweise auf die Fundschicht. Der Schmelz der altpleistozänen Molaren von *Archidiscodon*, die aus größeren Erdtiefen, bis ± 50 m stammen, ist überwiegend schwarz und weit seltener dunkel grau-braun. Der Schmelz der jungpleistozänen, oberflächennah eingebetteten Molaren von *Mammuthus primigenius* ist dagegen – abgesehen von einigen Ausnahmen – mittel bis hell-graubraun. Die Schmelzfarben der *Parelephas trogontherii*- und der *Palaeoloxodon antiquus*-Zähne sind mittel-graubraun, in wenigen Fällen auch schwarz oder hell-graubraun. Man kann annehmen, daß die Molaren dieser beiden Elefantenarten aus verschiedenen, bald höher, bald tiefer liegenden, bald älteren, bald jüngeren Schichten kommen. Bei den verschiedenen Fundstellen gibt es Farbunterschiede.

Auf drei Tabellen werden dann wichtige metrische und morphologische Charakteristika von Molaren der verschiedenen Elefantenarten genannt. Zum Verständnis der Tabellen werden die Arten der Bezeichnungen, einige Untersuchungsmethoden, sowie die Methoden zur Errechnung des Quotienten diskutiert. Anschließend wird auf Möglichkeiten von Fehlbestimmungen hingewiesen. In vielen Publikationen basiert die Bestimmung der Elefantenart auf nur einem Merkmal, wie dem Längen-Lamellen-Quotienten oder der Form der Schmelzfiguren auf der Kaufläche. Diese Größen ändern sich jedoch mit der Zahnfolge (Dentition), dem Abkautungsgrad und in einigen Fällen auch dem Geschlecht der Tiere, ob männlich oder weiblich.

Auf vier Diagrammen werden dann besonders kennzeichnende Merkmale der Molaren gezeigt, wie Zahnbreite, Schmelzdicke, der Höhen-Breiten-Quotient, der Lamellen-Zwischenzement-Quotient und vor allem der Längen-Lamellen-Quotient. Es zeigt sich, daß sich die Grenzwerte dieser Charakteristika überschneiden, sodaß in vielen Fällen erst nach mehreren Merkmalen eine genaue Bestimmung der Elefantenart möglich ist.

Der Längen-Lamellen-Quotient und die Dicke des Schmelzes geben Hinweise auf die Höhe der phylogenetischen Entwicklung der Molaren, vor allem bei der *Archidiscodon-Parelephas-Mammuthus*-Reihe. Da *Palaeoloxodon* sich durch besonders hohe und schmale Zahnkronen auszeichnet, vermitteln diese Werte, die durch den Höhen-Breiten-Quotient erfaßt werden, Hinweise auf diese Elefantenart.

Der Längen-Zwischenzement-Quotient bestimmt den Raum, welcher den Lamellenquerschnitten und dem Zwischenzement auf der Kaufläche zukommt. Bei *Archidiscodon* und bei *Palaeoloxodon* ist das Zwischenzement besonders breit und bei *Parelephas* und vor allem bei *Mammuthus* rücken die Lamellen sehr viel näher zusammen, sodaß dem Zwischenzement nur wenig Platz bleibt.

Beispiele für die Ausbildung der Kauflächen der verschiedenen Elefantenarten zeigen die Abbildungen 1–4. Die Tabellen 1–2 beziehen sich auf die abgebildeten Molaren. Abbildung 3 nennt Merkmale von *Archidiscodonten* aus dem Tertiär und dem Alt-Pleistozän. Diese werden benötigt zur Bestimmung eines 3. Molaren von *Archidiscodon* cf. *planifrons*, der aus 51 m Schottertiefen herauskam.

Bei den Texten zu den Abbildungen werden die Farben der Außenseiten von Schmelz, Dentin und Zement beschrieben. Weiter wird auf die Art der Verschmelzung eingegangen sowie auf die Schmelzfiguren und auf die Fältelung der Schmelzleisten. Hinweise auf die Ausbildung der Pulpen in den Zahnkronen werden gegeben.

Zu den Maßen der Dicke von Lamellen und Schmelz sowie den Größen der Längen-Lamellen-

Quotienten werden Vergleichswerte von anderen Faunen aus verschiedenen Gebieten Europas und von unterschiedlichem geologischen Alter diskutiert.

An den Seiten von Lamellen gibt es immer wieder Wülste, die in einem Rhythmus von 5–6 mm von Wulstmitte zu Wulstmitte einander folgen. Sie entstanden als Wachstumsschübe und finden sich in gleicher Größe auch an den Wurzeln von Molaren anderer Fundstellen. Da die Abrasion der Molaren ebenfalls bei $\pm 5-6$ mm je Jahr liegt, könnten die Wachstumsschübe jahreszeitlich bedingt sein.

Die Faltung des Schmelzes ist bei *Mammuthus* gering, bei *Palaeoloxodon* dagegen meist wesentlich stärker, was man ebenfalls zur Trennung von Waldelefant und Steppen-Tundra-Elefant verwenden kann.

6. Literatur

- AZZAROLI, 1983: Quaternary Mammals and the „End-Villafrachian“ Dispersal Event. – A Turning Point in the History of Eurasia. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 44, 117–139. Amsterdam.
- DIETRICH, W. O., 1942: Ältestquartäre Säugetiere aus der südlichen Serengeti, Deutsch-Ostafrika. – Palaeontogr. 94, A, 43–133. Stuttgart.
- GARUTT, W. E., 1976: Untersuchung von Elefantenbackenzähnen. Methodische Anleitung. – Akad. Nauk. CCCR, 1–36. Nowosibirsk (russisch).
- GARUTT, W., GENTRY, A., LISTER, A., 1990: *Mammuthus* BROOKES, 1828 (Mammalia, Proboscidea): proposed conservation, and *Elephas primigenius* BLUMENBACH, 1799 (currently *Mammuthus primigenius*): proposed designation as the type species of *Mammuthus*, and designation of a neotype. Bulletin of Zoological Nomenclature 46 (1) March 1990.
- GIULI, CL. DE, 1983: Aspetti paleontol. de la successione del Valdarno superiore e del Bacino di Arezzo. – I Depositi fluvio-lacustri del Valdarno superiore 19–23. Firenze.
- GRÜN, R. & BRUNNACKER, K., 1986: Elektronen-Spin-Resonanz (ESR) – Datierung eines Elefantenzahnes aus dem Travertinbruch „Lauster“, Stuttgart-Bad Cannstatt. Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg 28, 43–47. Freiburg i. Br.
- GUENTHER, E. W., 1954: Die diluvialen Elefantenzähne aus dem Nord-Ostseekanal. Meyniana 2, 34–69. Neumünster.
- , 1973: Elefantenmolaren aus dem Valsequillo südlich von Puebla (Mexiko). Das Mexikoprojekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft 6, 109–177. Wiesbaden.
- , 1988: Der Backenzahn eines Elefanten aus Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit zwischen Flintbeck und Bordsesholm. Schr. Naturw. Ver. Schleswig-Holstein 58, 87–92. Kiel.
- , 1989: Die Bestimmung der Art und der zeitlichen Eingliederung pleistozäner Elefanten nach ihren Gebissen. Quartär 39/40, 7–65, Saarbrücken.
- MAGLIO, V. J., 1973: Origin and Evolution of the Elephantidae. Transact. of the American Philos. Soc. New Ser. 63. 3, 1–149. Philadelphia.
- MUSIL, R., 1968: Die Mammute von Předmostí (ČSSR). Pal. Abh. A III. 1, 1–198. Berlin.
- TOBIEN, H., 1986: Die paläontologische Geschichte der Proboscider (Mammalia) im Mainzer Becken (BRD). Mainzer Naturw. Arch. 24, 155–261. Mainz.