

Die Faunen von Achenheim-Hangenbieten im Elsaß und ihre Aussage zur Altersdatierung der Lößprofile

von Ekke W. Guenther, Kiel

1. Die stratigraphische Gliederung der Löss

In einer sich über viele Jahrzehnte hinziehenden Arbeit hat Prof. Dr. P. Wernert sich bemüht, die Lößprofile der Umgebung von Achenheim und Hangenbieten vor allem mit Hilfe der Bodenhorizonte, die sie enthalten, zu gliedern. Zahlreiche sehr genaue Beobachtungen geben Auskunft über Verlagerungsvorgänge durch Wassertransport oder durch Fließerdebildungen sowie über Diskordanzen. Ergebnisse sind Profile durch die wichtigsten Aufschlüsse, die von Wernert in einer umfangreichen Monographie veröffentlicht wurden unter dem Titel: „Stratigraphie paléontologique et préhistorique des sédiments quaternaires d'Alsace-Achenheim“, herausgegeben in den Mémoires du Service de la carte géologique d'Alsace et de Lorraine von der Universität Straßburg (1957). Nach den Profilen Wernerts von Achenheim hat der Verfasser ein Standardprofil zusammengestellt und dieses Herrn Dr. Wernert zur Korrektur vorgelegt. Dies Profil wurde in den Abbildungen 1, 3 und 5 zur Schichtgliederung verwendet.

Die Lößaufschlüsse sind durch den regen Abbau einem ständigen Wechsel unterworfen, der oft zu einer Verschlechterung für die geologische Untersuchung führt. Es erschien daher notwendig, die Schichtfolgen nicht nur durch makroskopische Beobachtungen im Gelände, sondern auch durch feinstratigraphische Analysen zu überprüfen und gegebenenfalls zu ergänzen. Notwendig auch deswegen, weil bei der einfachen Inaugenscheinnahme manche wichtige Einzelheiten, die zur Deutung der Entstehungsur-sachen von Schichten notwendig sind, nicht erkannt werden. Diese Untersuchungen hat Herr Dipl. agr. Dr. G. Rassai übernommen. Hierbei legte er besonderen Wert auf Erkennen, Charakterisieren und Deutung der einzelnen Böden. Wichtigste Ergebnisse werden von ihm in diesem Band von Quartär vorgelegt (S. 17–53).

Es zeigt sich, daß die Lößwände doch mehr Böden enthalten, als sie Wernert aufzeigen konnte.

Die besondere Bedeutung der pleistozänen Ablagerungen im Elsaß liegt darin, daß sie eine reiche Fauna geliefert haben. Ihre Aufsammlung ist in erster Linie ein Verdienst von Herrn Dr. Wernert. Auch die Faunen von Achenheim-Hangenbieten und ihrer Umgebung werden in seiner Monographie bearbeitet und dargestellt. Die Untersuchung und Bestimmung pleistozäner Säuger ist durch die Fülle des Materials und als Folge der oft nicht einfachen Unterscheidungsmethoden heute oft so schwierig geworden, daß man immer mehr dazu übergeht, bestimmte Tierarten einzelnen Spezialisten zur Bearbeitung zu übergeben. Ein einzelner ist in vielen Fällen nicht mehr imstande, die notwendigen exakten Bestimmungen einer ganzen Fauna durchzuführen. Der Verfasser hat sich daher darauf beschränkt, lediglich die Elefantenüberreste neu zu bearbeiten. Besonderer Dank sei an dieser Stelle Herrn Dr. Wernert gesagt, der die Aufsammlungen dieser Fossilien der Untersuchung zur Verfügung gestellt hat.

Dank gesagt sei auch der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die mehrere Aufenthalte im Elsaß förderte.

Die Bedeutung, die den Achenheim-Hangenbietener Aufschlüssen in der Pleistozängeologie Europas beigemessen wird, erkennt man schon daran, daß in fast jedem, dem Pleistozän und seiner Fauna gewidmeten Übersichtswerk stets diese Fundstellen mehr oder weniger eingehend diskutiert werden (z. B.

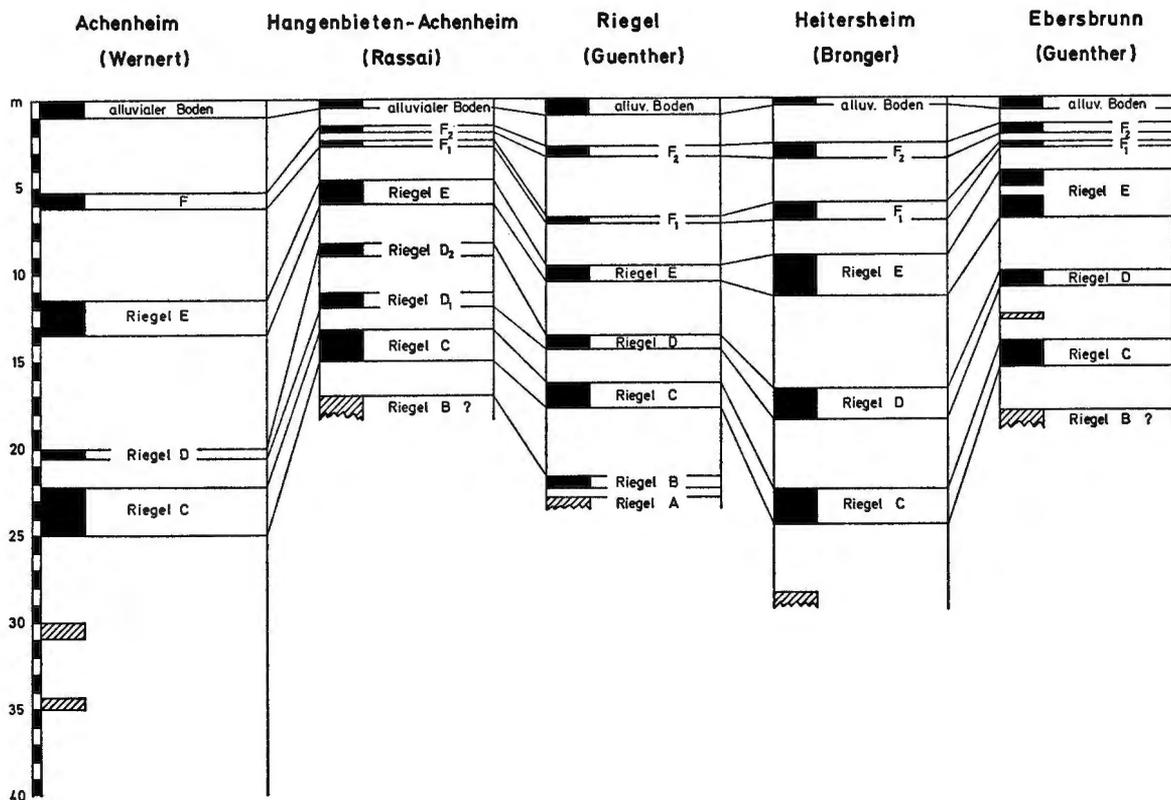


Bild 1. Vergleich und Parallelisierung der Profile von Achenheim-Hangenbieten, Riegel, Heitersheim und Ebersbrunn.

Zeuner 1945, Zotz 1951, Kurtén 1968, Woldstedt 1969). Überprüft man die von den einzelnen Autoren vertretenen Altersdatierungen, so zeigen sich durchaus unterschiedliche Meinungen. Meist werden die ältesten Schichten der Lössen in das Alt-Pleistozän zurückdatiert.

Die Parallelisierung der Gliederungen der Untersuchungen von Rassai und von Wernert ist bei der Grube von Hangenbieten nicht immer einfach. Insbesondere ist nicht genau zu ersehen, in welcher Weise Wernert die Profile von Hangenbieten und Achenheim miteinander verbindet. Als Grundlage für die hier verwendete Abfolge ist daher lediglich das Profil von Achenheim verwendet worden, da es im Text genau beschrieben ist und für dieses auch die Fauna angegeben ist.

Zur Überprüfung des Alters der Schichten in den Lössprofilen des Elsaß werden zunächst die Untersuchungen von Wernert und von Rassai nebeneinandergestellt (Bild 1). Mehrere Besuche der Gruben gemeinsam mit den Herren Dr. Wernert, Rassai, Geissert und dem Verf. in den Jahren 1968–71 sollten der Klärung noch offener Fragen dienen.

Im südlichen badischen Oberrheintal wurden bereits mehrere Lössprofile eingehend analysiert. Die Abfolge warmer, wärmerer und kalter Zeitphasen, ausgedrückt durch verschiedene Arten von Lössen und von Lehmen, ist im Kaiserstuhlgebiet und dem Markgräflerland bei vollständigen Profilen meist recht einheitlich. So ist es ohne Schwierigkeiten möglich, die Profile von Riegel am Kaiserstuhl (Guenther 1961) und von Heitersheim im Markgräflerland (Bronger 1966) miteinander zu parallelisieren. Bei beiden Profilen liegen besonders günstige Verhältnisse vor, da jeweils nahezu höchste Teile eines Berges oder eines Rückens angeschnitten sind und Verschwemmungen und Verfließen der so verlagerungsfreudigen Lössschichten auf ein erfreuliches Mindestmaß beschränkt bleiben.

In Mitteleuropa nachgewiesen		Schichtbezeichnung nach Wernert:																	
		20d	20c	20b	20a	20'''	20''	20'	20	19	18	17	16	15	14	6	4	3	1
		Riegel Bez.: B			C				D		E				F				
Hyaena spel.	seit Mindel	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Ursus spel.	" Holst. Igl.		■																
Ursus arct.	" Holst. Igl.		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Palaeolox. ant.	bis Ende Eem		■		■			■	■	■	■	■	■	■					
Mam. prim. / trog.	Riß u. unt. Würm				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Mam. prim.	seit Eem Igl.									■	■	■	■	■					
Dic. kirchberg.	bis Anfg. Würm	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Coel. antiquit.	seit Ende Mindel										■	■	■	■					
Meg. gigant.	" Holst. Igl.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Alces alces	" Riß								■	■	■	■	■	■					
Bos prim.	" Holst. Igl.				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Capra ibex	" Riß								■	■	■	■	■	■					
Lepus timid.	" Riß		■						■	■	■	■	■	■			■	■	
Arctomys marm.	" Riß		■						■	■	■	■	■	■			■	■	

Bild 2. Fossilfunde, die zur Altersdatierung der pleistozänen Sedimente von Achenheim-Hangenbieten stratigraphische Aussagen machen.

Der Vergleich der südbadischen mit den mittelsächsischen Lößprofilen, die etwa 100 km voneinander entfernt sind, zeigt eine so gute Übereinstimmung, daß die Parallelisierung der untersuchten Profile nicht schwierig ist. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, die Ergebnisse der paläontologischen Untersuchungen von Achenheim-Hangenbieten auch auf das südliche Oberrheintal zu übertragen. Die Fauna kann für alle wichtigen Bodenhorizonte Aussagen machen über das Klima, unter dem die Schichten entstanden sind. Ferner gibt es eine Reihe von Fossilien, die Auskünfte über das Alter bestimmter Schichten geben. Einige Tierarten treten im Mittel- und Jungpleistozän zum ersten Mal in Mitteleuropa auf und andere erlöschen in ganz bestimmten Zeitabschnitten. Bild 2 zeigt hierzu wichtige Arten, die in Achenheim-Hangenbieten nachgewiesen worden sind mit der Angabe, wann sie zum ersten Mal auftauchten oder aber erloschen sind. Unsere Kenntnisse des erstmaligen Auftretens und des Verschwindens von pleistozänen Säugern sind oft lückenhaft, was häufig damit zusammenhängt, daß fossile Funde nicht genau horizontiert werden konnten oder daß das Alter der Schichten, in denen sie gefunden wurden, umstritten ist. Um hierdurch entstehende Unsicherheiten so weit wie möglich auszuräumen, basieren alle im folgenden gezogenen Schlüsse stets auf mehreren verschiedenen Fossilarten.

Noch ein weiteres Profil ist auf Bild 1 eingetragen. Es zeigt die Schichtfolge der Löss- und Lehme von Ebersbrunn im österreichischen Weinviertel – etwa 50 km nordwestlich von Wien. Hier steht in einem Hohlweg ein reich gegliedertes Lößprofil an. Schon früher (Guenther 1961) konnte auf die gute Überein-

stimmung der Gliederungen der beiden, etwa 600 km voneinander entfernt liegenden Lößfolgen von Riegel und von Ebersbrunn hingewiesen werden. Es kann demnach kein Zweifel bestehen, daß die Gliederung der Lößablagerungen des Oberrheintales keine Sonderentwicklung darstellt.

Sehen wir uns weiter um nach ähnlich vielgegliederten Abfolgen des oberen Pleistozäns, so finden sich gute Parallelen zu französischen Chronologie-Darstellungen. So bringt z. B. Bourdier (1967) den Versuch einer Chronologie des obersten Pleistozäns, die in vielen Einzelheiten mit der Lößgliederung des Oberrheintales übereinstimmt. Die Verdoppelung des Riegel-F-Bodens ist Bourdier bekannt. Er bezeichnet die untere Lage als Arcy-Interstadial und die obere Lage als Paudorf-Interstadial.

Diese Verdoppelung wurde schon früher vom Verf. im Gebiet von Koblenz beobachtet. Hier wurde am Ost-Abhang des Kimmelberges, südlich Metternich, eine mehr als 25 m hohe Lößwand (an Seilen hängend) untersucht. Die Veröffentlichung der dort durchgeführten Untersuchungen steht noch aus.

2. Fossilfunde und ihre Aussage zur Stratigraphie

Die für die Altersbestimmung entscheidende Lage ist Wernert's Schicht 20, die sich, wie G. Rassai gezeigt hat, mit Riegel-C parallelisieren läßt. Es ist dies ein brauner, humushaltiger Lehm, der an vielen Fundplätzen noch den A und B Horizont erhalten hat. Bei vielen größeren Lößaufschlüssen des südlichen Oberrheintales ist dieser Boden als Parabraunerde gut ausgebildet und gibt die Möglichkeit der Gliederung von Lößprofilen und ihrer Parallelisierung miteinander. Die Bodenbildung ist 1,5 bis 3,5 m stark. Entsprechend einer meist nahezu vollständigen Entkalkung ist in 1,5 bis 4 m Tiefe unter dem Boden ein Lößkindelhorizont ausgebildet, der sich durch ganz besonders große Kalkkonkretionen auszeichnet. Mehrfach wurden sogar durchgehende Kalkbänke beobachtet, die aus zusammengewachsenen Lößkindeln entstanden sind.

Dieser Boden wird von Bronger (1966) als „unterer Heitersheimer Boden“ bezeichnet und in das „drittletzte Interglazial“, das Mindel-Riß-Interglazial gestellt. Khodary Eissa (1968), der die Lössen von Bötzingen am Kaiserstuhl in einer bodenkundlich wertvollen Arbeit untersuchte, hält diese mächtige Parabraunerde, wenn Verf. seine Profile richtig ausdeutet, sogar für Günz-Mindel-Interglazial. Die Deutung von Bronger entspricht der Ansicht, die von mehreren Lößbearbeitern, vor allem Österreichs und der Tschechoslowakei, vertreten wird, die Ansicht von Khodary Eissa erscheint abwegig.

Alle diese Autoren hatten keine Möglichkeit, fossile Säugetiere auszuwerten, in einzelnen Fällen werden Pulmonaten untersucht (vor allem von Ložek in zahlreichen Arbeiten), die aber in erster Linie Aussagen über den Klimacharakter einer Schicht machen und nur unter Vorbehalt zur stratigraphischen Einordnung verwendet werden sollten.

Die Profile von Achenheim-Hangenbieten und ihrer Umgebung geben nun die Möglichkeit, umfangreiche horizontierte Aufsammlungen von Säugetieren auszuwerten. In einer Reihe von Fällen mögen die Fossilbestimmungen von Wernert umstritten sein, mehrfach hatte er selbst an Bestimmungen Zweifel, was er dann dadurch zum Ausdruck brachte, daß er dem Tiernamen ein „cfr.“ beigab. Sicher sind auch Tierreste umgelagert worden und fanden sich dann in zu jungen Schichten. Hierdurch können jüngere Schichten zu alt datiert werden. Der umgekehrte Fall, daß jüngere Fossilien in ältere Schichten verlagert wurden, entfällt. Es besteht daher bei der Auswertung von Fossilfunden keine Gefahr, daß Horizonte zu jung datiert werden.

Trotz dieser Einschränkungen liegt von Achenheim-Hangenbieten ein derart umfangreiches horizontiertes Material vor, daß eindeutige stratigraphische Schlüsse möglich sind.

Was sagen nun die Fossilien, die in Schicht 20 (Riegel C) gefunden wurden, über das Klima aus, unter dem die Ablagerung entstand. Wernert nennt Wolf, Fuchs und Braunbär. Dann den rötlichen Ziesel, den Biber und das Murmeltier. Hinzu kommen Reste von Pferden des Taubach-Typs, vom Wildesel, dem

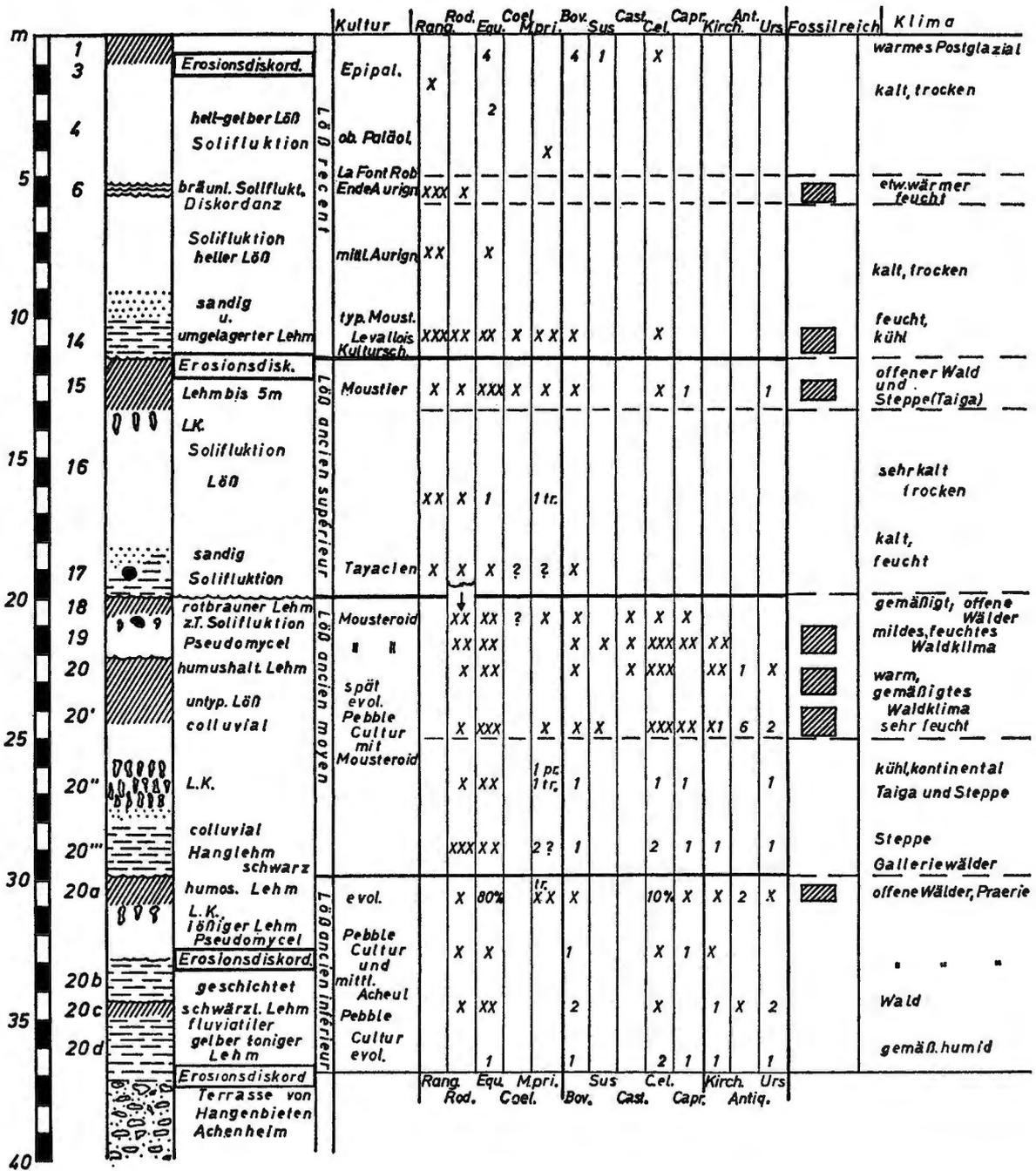


Bild 3. Die Einordnung von Fossilfunden im Profil von Achenheim (Auswertung von Wernerts Untersuchungen).

Halbesel, dem Merck'schen Nashorn, dem Edelhirsch, dem Maral, dem Riesenhirsch, dem Elch, dem *Bison schoetensacki* und dem Ur. Steinbock und Waldelefant beschließen die Liste. Das Merck'sche Nashorn (*Dicerorhinus kirchbergensis* JÆG.), der Waldelefant (*Paleoloxodon antiquus* FALC.), nicht ganz so deut-

lich der Ur (*Bos primigenius* BOJ.), der Biber (*Castor fiber* LIN.) und der Hirsch (*Cervus elaphus* LIN.) sprechen für ein gemäßigtes, feuchtes und sicher waldreiches Klima, wie es sich in Interglazialzeiten in Mitteleuropa ausbildete.

Sowohl oberhalb (Schicht 19), wie unterhalb (Schicht 20') der Schicht 20 liegen Horizonte, die sich ebenfalls durch ihren Reichtum an Fossilien eines warmen Klimabereiches auszeichnen. Die Tierwelt der Interglazialzeit ist nicht allein auf Schicht 20 beschränkt; und da in den drei Lagen, abgesehen von belanglosen Unterschieden, die gleiche Säugetierfauna nachgewiesen wurde, kann man sie als palaeontologisch zusammenhängend ansehen.

Was sagt die Fauna nun aus über die zeitliche Einordnung der Schicht? Sie kann keinesfalls jünger sein als das Eem-Interglazial, denn nur bis zu dieser Warm-Zeit gibt es den Waldelefanten (*Palaeoloxodon antiquus* FALC.), der durch eine Reihe von Funden nachgewiesen werden konnte. Unter den Backenzähnen finden sich mehrere Exemplare, die dem Waldelefanten von Taubach und Ehringsdorf, also dem eemzeitlichen Tier, entsprechen. Doch sind die Waldelefanten der Holstein- und der Eem-Warmzeit – wenn überhaupt – nur durch den Vergleich von sehr reichhaltigen Aufsammlungen zu trennen, wie sie von den elsässischen Fundplätzen nicht vorliegen.

Bei vielen Faunen des Holstein- und des Eem-Interglazials ist der Waldelefant begleitet vom Merck'schen Nashorn, dem *Dicerorhinus kirchbergensis* (*Rhinoceros mercki* JÆG.), und Wernert nennt dieses Tier ebenfalls aus allen drei Schichten (19, 20 und 20'). Auch das Nashorn der Interglazialzeiten verschwindet in Mitteleuropa mit dem Ende der Eem-Warmzeit, und lediglich in Italien, Spanien und wohl auch Jugoslawien finden sich seine letzten Reste noch in Schichten der beginnenden Würm-Kaltzeit.

Waldelefant und Merck'sches Nashorn bestätigen das jüngste mögliche Alter der Schichten, und es erhebt sich die Frage, ob die Fauna auch Schlüsse auf das höchstmögliche Alter zuläßt.

Hier muß zunächst eine Unstimmigkeit vorgetragen werden, die zu falschen Ergebnissen führen könnte. Wernert nennt aus allen drei Schichten ein *Rhinoceros* cfr. *etruscus*. Das etruskische Nashorn findet sich in den altpleistozänen Schichten des Villafranchiano, in Villaroya, Senèze, dann in mittelpleistozänen Ablagerungen von Mauer, Forest bed, Süßenborn und Mosbach. Es verschwindet jedoch in der Zeit der Mindelvereisung, wahrscheinlich kurz nach der Einwanderung des Merck'schen Nashorns, und lebte nicht mehr in der Holstein-Warmzeit. Aus tieferen, also älteren Lagen der Profile von Achenheim-Hangengebieten werden aber bereits Tiere genannt (z. B. *Ursus arctos* aus 20c, vielleicht *Ursus spelaeus* aus 20c, *Bos primigenius* aus 20a, *Lepus timidus* aus 20b und *Arctomys marmota* aus 20b), die in Mitteleuropa erst auftraten, nachdem das etruskische Nashorn ausgestorben war. Zur Erklärung dieser Differenz ist zu erwägen, einmal ob die spärlichen Reste des etruskischen Nashorns umgelagert sind, oder aber ob es sich um Fehlbestimmungen handelt, was nach Meinung des Verf. wohl eher zutrifft. In einem Falle, wo dem Verf. derartige Nashornreste vorlagen, schien es sich um *Dicerorhinus hemitoechus* FALC. zu handeln. Dieses Nashorn wird in der Literatur immer wieder mit anderen Nashornarten, so dem etruskischen und auch dem Merck'schen Nashorn verwechselt. Die Art erscheint wahrscheinlich schon in den altpleistozänen Schichten des Val d'Arno (Kurtén 1968) und wurde dann erst wieder in Ablagerungen der Holstein-Warmzeit gefunden. Soweit wir wissen, verschwand dieses Nashorn aus Mitteleuropa mit Beginn der Würmvereisung. Sein Lebensraum waren in erster Linie Gebiete eines gemäßigten Klimas. Es ist also möglich, daß es sich bei den als cfr. „*etruscus*“ bezeichneten Resten um solche von *Dicerorhinus hemitoechus* handelt, und damit entfielen die Notwendigkeit, die Fundschichten einer der Holsteinzeit vorangehenden Warmzeit, es käme hier nur Cromer in Betracht, zuzugliedern. Eine derartige Datierung wäre in der Tat abwegig¹.

¹ Bei einem Besuch des Landesmuseums für Vorgeschichte in Halle (Juni 1972) zeigten mir die Herren Dr. Töpfer und Dr. Mania Gebißreste eines besonders kleinen junginterglazialen Merck'schen Nashorns, die sehr wohl mit Zähnen des etruskischen Nashorns verwechselt werden können.

Zur zeitlichen Einengung der Schichten 20', 20 und 19 kann vielleicht das Bruchstück einer Geweihstange einen Beitrag leisten, das Wernert (1957) unter Reserven, es handelt sich um ein schlecht erhaltenes Bruchstück, zu *Alces alces* LIN., dem Elch, stellt. Sollte diese Bestimmung zutreffen, dann könnte Schicht 20 nicht älter als Eem sein, da dieses Tier erst seit diesem Interglazial bei uns auftritt (Kurtén 1968). Man findet seine Reste nur selten, da der Elch in sumpfigen Wäldern und Brüchen lebt. Kurtén führt den Elchfund aus Achenheim an und gliedert ihn in Riß 3 ein, was bei dem warmen Charakter der Fundschicht abwegig ist. Ferner nennt Wernert aus Schicht 20 den Fund von *Capra ibex*. Der Steinbock findet sich bei uns erst seit der Riß-Kaltzeit (Kurtén 1968).

Wenn noch Zweifel bestehen sollten an der Altersdatierung der Schicht, so werden diese durch folgende Befunde zerstreut. In der weit tiefer liegenden Schicht 20c lagen vielleicht Reste des Höhlenbären (*Ursus spelaeus*), sicher in Schicht 20c, 20a, 20''', 20'', 20' und 20 Zähne und Knochen von *Ursus arctos*, dem Braunbären. Beide Bärenarten finden sich erst seit dem Holstein-Interglazial in Mitteleuropa. Ferner nennt Wernert *Bos primigenius* aus Schicht 20a. Auch der Ur wanderte erst in der Holstein-Warmzeit in Mitteleuropa ein. Ein gleiches bezeugt der Nachweis von *Megaloceros giganteus*, der von Wernert aus Schicht 20d, 20c, 20a, 20''', 20'', 20' und 20 genannt wird.

Wird es vielleicht auch notwendig sein, die eine oder andere Bestimmung zu revidieren, die große Menge der Funde spricht eine eindeutige Sprache. Die 10 bis 15 m unter Schicht 20 liegenden Schichten 20c und der darunter folgende Umlagerungshorizont 20d können nicht älter sein als Holstein-Interglazial. Und hieraus ist nur ein Schluß möglich, daß die Schichten 20', 20 und 19 in der Zeit um das Eem-Interglazial ab- und umgelagert wurden.

Die Betrachtung der darüber liegenden 15–20 m mächtigen Löss zeigt, daß in keinem der zum Teil gut ausgeprägten Böden – auch hier handelt es sich nach Rassai in wenigstens einem Fall um eine Parabraunerde – die Fauna einer echten Interglazialzeit auftritt.

Der Verwitterungshorizont Schicht 18, der von Rassai zu Riegel D gestellt wird, führt das Merck'sche Nashorn und den Waldelefanten nicht mehr, doch sind Reh, Hirsch und Biber noch vorhanden. Funde eines Pferdes vom Taubach-Typ werden von Wernert als häufig bezeichnet, dazu tritt jetzt als Vertreter der Elefanten das Mammut auf. Das Klima, unter dem die Schicht entstand, war nicht mehr so warm, wie das der vorausgegangenen Zeitphase der interglazialen Schichten. Wernert bezeichnet es als gemäßigt und spricht von offenen Wäldern, vielleicht war auch weites Gelände von Steppen eingenommen.

In den darüber folgenden Löß-Ablagerungen (17 und 16) wird ein kaltes, zunächst feuchtes, später mehr trockenes Klima durch die Art der Sedimente und durch die Fauna bezeugt. Fossile Reste sind selten. Ren, Murrentier, Pferd und rötlicher Ziesel sind nachgewiesen, dazu als Seltenheit Reste von Elefanten. Wernert spricht in einem Fall von dem *Mam. trogontherii*, was dazu verleiten könnte, der Schicht 16 ein höheres, mindestens Riß-zeitliches Alter zu geben. Auf die Elefantenfrage soll später eingegangen werden; die Funde werden neu bestimmt und mit anderen, gut bekannten Fossilfundpunkten verglichen. Es wird sich dann zeigen, daß auch die Elefantenfauna gut zu der hier vorgetragenen Altersdatierung paßt.

In der darüber folgenden Schicht 15, einer Parabraunerde, liegt wieder die Ablagerung einer wärmeren Zeit vor. Rassai stellt sie zu Riegel-E. Dieser Bodenhorizont wird von anderen Lößbearbeitern als Bildung einer warmen Zeitphase, eines Interglazials, angesehen, wobei als Beweis für diese Behauptung in erster Linie die Tiefe der Verwitterung ($\pm 1,50$ m), ihre Intensität und eben die Bildung einer Parabraunerde genannt werden. Auch die Pulmonatenfauna hat einen deutlich warmen Charakter.

Die Faunen dieser und der darüber folgenden Schicht 14, deren Sedimente deutliche Spuren von Verlagerung durch Niederschlagwasser zeigen, seien vergleichend zusammen betrachtet. Schicht 15 entstand nach der Fauna in einer Zeit, in der eine Steppe, von offenen Wäldern unterbrochen, verbreitet war. Am häufigsten finden sich Pferd, Edelhirsch und Riesenhirsch, von denen mehrere Individuen nachgewiesen

sind, sowie vor allem das Reh. Diese Reste sprechen für ein keineswegs kaltes Klima. Daneben treten aber das wollhaarige Nashorn, das Mammut und auch das Ren, also Tiere, die einem kalten Klimabereich angepaßt waren, auf. In Schicht 14 wird die zunehmende Abkühlung dadurch bezeugt, daß nun das Ren an weitaus erste Stelle tritt und auch das Mammut weit häufiger gefunden wird. Der Edelhirsch ist zwar noch vorhanden, doch konnte das besonders wärmeliebende Reh nicht mehr nachgewiesen werden.

Diese, das Klima der beiden Schichten (14 und 15) eindeutig bezeichnende Fauna, ist niemals die Tierwelt einer echten Warmzeit. Trotz einer gut ausgeprägten Parabraunerde kann gesagt werden, daß wir es hier nicht mit der Bildung eines Interglazials zu tun haben. Es hat zwar eine wesentliche Aufwärmung stattgefunden, die aber nicht als eigentliche Warmzeit anzusprechen ist. Riegel-E ist ein besonders warmes Interstadial. Wenn man die interglazialen Schichten von Taubach und Ehringsdorf bei Weimar als Prototyp der Eem-Warmzeit zum Vergleich heranzieht, so kann nach der Fauna in Achenheim-Hangenbieten lediglich Schicht 20 (Riegel-C) gleichgesetzt werden und nie eine der darüber folgenden Bodenbildungen.

Der über dem besonders warmen Interstadial liegende Löß zeigt in Achenheim-Hangenbieten noch zwei schwächere Bodenbildungen, die aber im Wernert'schen Profil nicht enthalten sind und offenbar auch keine Fauna, die ihre Ausgliederung ermöglichen würde, geliefert haben.

3. Die Elefantenfauna

Neben wenigen Stoßzahnfragmenten konnte Verf. von den Fundstellen von Achenheim-Hangenbieten und deren Umgebung insgesamt 56 Backenzähne von Elefanten untersuchen und bestimmen. Von diesen stammten 7 Zähne vom Waldelefanten (*Palaeoloxodon antiquus* FALC.) und 49 Zähne von Proboscidiern der Stammlinie *Mammuthus trogontherii-primigenius*.

Die Entwicklung der Waldelefanten vom Holstein- zum Eem-Interglazial ist zumeist nicht deutlich genug, um Einzelfunde einem der beiden Zeitabschnitte zuzugliedern zu können. Die stratigraphische Bedeutung des Waldelefanten liegt, wie bereits gezeigt werden konnte, vielmehr darin, daß diese Art zuletzt im Eem-Interglazial in Mitteleuropa lebte. In den klassischen Aufschlüssen des Interglazials von Ehringsdorf bei Weimar wurde *Palaeoloxodon antiquus* lediglich im unteren Travertin nachgewiesen, dort allerdings mit mehr als 40 Backenzähnen. Die Art fehlt im oberen Travertin I und II, kommt also oberhalb der Schicht des Parisers nicht mehr vor. Das heißt, daß der Waldelefant dort lediglich während des ausgesprochen warmen Zeitabschnittes des Eem-Interglazials gelebt hat und mit dem ersten Auftreten der kühleren Nachphasen verschwand.

In Achenheim-Hangenbieten und ihrer Umgebung fanden sich Backenzähne des Waldelefanten mit Sicherheit lediglich bis zu Wernert's Schicht 20. Ein zweifelhafter Fund aus Schicht 19 könnte verlagert sein. Hieraus ist der Schluß möglich, daß die Schichten 20', 20 und eventuell 19 in einer wirklichen Warmzeit abgelagert wurden, in einer Warmzeit, die nicht jünger als das Eem-Interglazial sein kann. Oberhalb dieser Schichten ändert sich die Fauna und in allen Fossilhorizonten liefert das Ren den Beweis für ein nun kühleres bis kaltes Klima. Auch in den mehrfach eingeschalteten Verwitterungshorizonten, die nach Bodenbildung und Fauna zum Teil in einem keineswegs kühlen Klima gebildet wurden – in Schicht 15 kommt sogar das Reh vor –, wird ein der Schicht 20 entsprechend warmes Klima nicht mehr erreicht.

Die Elefanten der Mammutreihe weisen, wie schon mehrfach – zuletzt auch bei Ehringsdorf – gezeigt werden konnte, von der Riß-Kaltzeit bis zum Ende der Würm-Vereisung eine deutliche Entwicklung auf. In der Zeit der oberen Riß-Vereisung lebte in Mitteleuropa eine Mammutform, deren Merkmale in ihrer Variationsbreite von *Mam. trogontherii* bis *Mam. primigenius* reichen. (Die Mehrzahl der Funde ist *Mam. primigenius-trogontherii* zuzugliedern.) Die Variationsbreiten der Merkmale, an Hand deren man

eine Art bestimmt, ist bei den Elefanten recht groß und dementsprechend die Zugliederung zu einzelnen Arten nicht immer einfach.

Im Eem-Interglazial sind Mammute als Tiere eines kalten Klimabereiches bei uns selten, es liegen jedoch auch einige Funde aus dieser Zeit vor, so z. B. aus den eemzeitlichen Schichten des Nord-Ostsee-Kanals in Schleswig-Holstein (Guenther 1953 a). Hierbei handelt es sich mehrfach um Diminutivformen, die einem hochentwickelten Mammut (*Mam. primigenius* BLUMENB.) gleichen. Ihre Molaren sind jedoch nicht entsprechend schmal und hochkronig wie die der Mammute, die am Ende der Würm-Vereisung in Mitteleuropa lebten.

Als überraschendes Ergebnis mehrerer Untersuchungen z. B. (Guenther 1962/63, 1964, 1973) ergab sich, daß oberhalb der Eem-Warmzeit noch einmal eine primitivere Mammutart auftrat, die etwa der Entwicklungsstufe der Tiere des oberen Riß entspricht. Die Variationsbreite der Bestimmungsmerkmale reicht von *Mam. primigenius-trogontherii* bis *Mam. primigenius*. Erst oberhalb des großen Würm-Interstadials ist die Entwicklung so weit fortgeschritten, daß man nur mehr Reste von *Mam. primigenius* findet.

Vor einer Prüfung, wie weit die Achenheim-Hangenbietener Mammute dieser Artenentwicklung entsprechen, seien zunächst einige weitere Untersuchungsergebnisse vorgetragen. Die wichtigsten Angaben, Meßzahlen und Rechenquotienten der Elefantenzähne sind in den Tabellen I–V zusammengestellt. Die Methoden zur Vermessung und zur Berechnung der Quotienten sind vom Verf. (Guenther 1953a, 1962/63, 1969 und 1973) schon mehrfach vorgetragen worden, weswegen hier auf eine erneute Beschreibung verzichtet werden kann.

Die Elefantenbackenzähne von Achenheim-Hangenbieten stammen aus verschiedenen Abschnitten der Profile. Sie häufen sich in einigen auch sonst fossilreichen Schichten wie 14 und 20'''. Wernert hat alle Funde systematisch einregistriert und sie ihren Fundschichten zugeteilt. Hierbei berücksichtigte er soweit wie möglich die Angaben der Finder in den Ziegeleigruben, dann die Art der Fossilisation, ihre Farbe, anhaftende Konkretionen und inkrustierte Schnecken. Meist waren genügend charakteristische Merkmale vorhanden, um die stratigraphische Zugliederung zur Fundschicht sicherzustellen.

Damit blieb allerdings die Frage nicht beantwortet, wie weit einzelne Fossilreste vielleicht zunächst aus älteren Schichten stammten und dann in jüngere Profilabschnitte umgelagert worden sind. Die Elefantenreste ebenso wie überhaupt die Fossilien sind mehrfach in Profilabschnitten, die durch Umlagerung entstanden, besonders angehäuft. Dies ist z. B. der Fall bei der Basis des Loess récent (Schicht 14) und des Loess ancien moyen (Schicht 20'''). Die Lößverlagerung spielte sich bevorzugt an Terrassenkanten ab und hier waren selbst zu größeren Umschichtungen keine weiten Transportwege zurückzulegen. Bei der Grube Hurst-Schneider von Achenheim und der Grube von Hangenbieten ist daher besondere Vorsicht bei der stratigraphischen Beurteilung geboten.

Wernert und andere haben in den Aufschlüssen um Achenheim zahlreiche menschliche Artefakte gefunden, und es erhebt sich die Frage, ob die fossilen Zähne und Knochen vielleicht Reste von menschlicher Jagdbeute sind. Hieran kann man auch aus folgenden Gründen denken: Faunenreste sind in Lössen eine große Seltenheit. So wurden in einem etwa 30 m hohen Aufschluß von Heitersheim, der ständig im Abbau war, trotz guter Kontrolle in 3 Jahren nur 1 Elefantenbackenzahn und wenige Reste des Pferdes gefunden. Aus dem Lößaufschluß von Murg, ca. 30 km ostwärts von Basel, liegt dagegen eine reiche Fauna vor, die sich jetzt im Museum der Stadt Säckingen befindet. Und in Murg wurden nicht nur zahlreiche Artefakte, sondern auch Reste der Feuerstellen des Eiszeitjägers gefunden. Somit besteht kein Zweifel, daß diese Fossilien die Reste menschlicher Jagdbeute sind.

Soergel (1922) hat gezeigt, daß man an Hand der Alterszusammensetzung von Elefantenresten schließen kann, ob diese überwiegend eines natürlichen Todes gestorben sind oder von menschlicher Jagd stammen. Als Beute wurden die jüngeren Tiere bevorzugt, auch waren sie leichter zu jagen, während

bei einer natürlichen Sterbegemeinschaft, wie sie sich in Flußschottern mitunter findet, die älteren und alten Tiere dominieren.

In der folgenden Tabelle werden die Backenzähne von Achenheim-Hangenbieten in ihrer Alterszusammensetzung mit den Zähnen von zwei Jagdplätzen, nämlich Lebenstedt-Salzgitter und Ehringsdorf, und den Zähnen einer natürlichen Sterbegemeinschaft, nämlich Süßenborn bei Weimar, verglichen.

Dentitionsstufe	mm 1 – mm 2	mm 3 – M 1	M 2	M 3	Gesamtzahl der Zähne
ungefähres Lebensalter	0–4 Jahre	4–18 Jahre	18–35 Jahre	mehr als 35 Jahre	
Achenheim–Hangenbieten	4 %	36 %	30 %	28 %	49
Ehringsdorf	5 %	15 %	60 %	20 %	20
Lebenstedt–Salzgitter	8 %	43 %	25 %	22 %	23
Süßenborn	1 %	20 %	21 %	56 %	240

Die Altersverteilung von Elefanten verschiedener Fundplätze.

Bei den Funden aus den Kiesen und Sanden von Süßenborn nehmen die alten Tiere mit den 3. Molaren in Funktion mehr als 50 % der Fauna ein, bei den Jagdplätzen Lebenstedt-Salzgitter und Ehringsdorf lediglich etwa 20 %. Bei Achenheim-Hangenbieten treten die älteren Tiere in ähnlicher Weise zurück. Daraus läßt sich der Schluß ziehen, daß auch hier ein überwiegender Teil der fossilen Knochen und Zähne die Reste von menschlicher Jagdbeute sind.

Das hat aber seine Konsequenzen für die Beurteilung der Faunenzusammensetzung. Der Jäger hat die Tiere nicht allein nach der Menge ihres Auftretens gejagt, sondern die leichter erbeutbaren Arten bevorzugt und sicher auch den Nahrungsgehalt der Beutestücke berücksichtigt. Die Faunen-Zusammensetzung der einzelnen Schichten gibt also kein genau zutreffendes Bild der Tierverteilung der einzelnen Zeitabschnitte.

Wir haben Schlüsse aus der Altersverteilung der Elefanten gezogen, und es ist kurz vorzutragen, wie das Lebens- bzw. Sterbealter der Tiere bestimmt wird.

Die Elefanten schieben ihre Backenzähne nacheinander in den Teil des Kiefers vor, in dem sich der Kauprozeß vollzieht. Ist ein Zahn niedergekauft, folgt ihm aus dem rückwärtigen Kiefer der nächste Zahn nach, der sich soeben gebildet hat. Dabei drückt der nachfolgende Zahn häufig auf den vorangegangenen, was sich dann in Impressionsspuren ausprägt. Derartige Spuren fehlen dem 3. Molaren, da diesem ja kein weiterer Zahn nachrückt. Insgesamt können in jedem Kieferteil nacheinander sechs Backenzähne gebraucht werden, was jeweils in einem bestimmten Alter der Tiere geschieht. Aus der Festlegung eines Zahnes in seiner Dentitionsstufe sind unter Berücksichtigung des Abkautungsgrades also Schlüsse auf das jeweilige Alter eines Elefanten möglich.

Jeder in der Dentition folgende Zahn besteht aus mehr Lamellen, wobei die Lamellenzahlen von zwei aufeinanderfolgenden Zähnen sich zum Teil überschneiden. Bei den Elefanten von Achenheim-Hangenbieten ist die Festlegung der Lamellenzahlen zumeist entweder schwierig, oder nicht möglich, da – von wenigen Ausnahmen abgesehen – nur Fragmente erhalten sind.

Die Backenzähne werden im Verlauf der Dentition nicht nur länger, sondern auch breiter. Das Breitenmaß, das auch an Fragmenten fast immer zu messen ist, gibt daher einen Hinweis auf die Einordnung in der Dentitionsstufe. Aber auch hier überschneiden sich die Werte von aufeinanderfolgenden Zähnen.

Einen Eindruck von den Zahnbreiten der Achenheim-Hangebieten-Funde vermittelt Bild 4. Hier sind in der Ordinate die Zähne in der Reihenfolge, wie sie in den Kiefern aufeinanderfolgen, vom 2. Milchmolaren bis zum 3. Molaren von unten nach oben eingetragen. In der Abszisse sind die Breitenmaße in mm angegeben. 1. Milchmolaren sind nicht überliefert. Sie werden infolge ihrer geringen Größe nur selten gefunden.

Die Breitenwerte werden an dem jeweils breitesten Zahnteil, also zumeist nicht an der Kaufläche, gemessen und zwar – soweit es erhalten ist –, mit dem Deckzement. Die gefundenen Meßwerte schwanken auch bei den Zähnen derselben Dentitionsstufe recht beträchtlich. Lediglich die 3. Molaren sammeln sich in einem schmalen Feld. Hier besteht jedoch die Möglichkeit, daß einige schmalere 3. Molarenfragmente unter die 2. Molaren gestellt wurden.

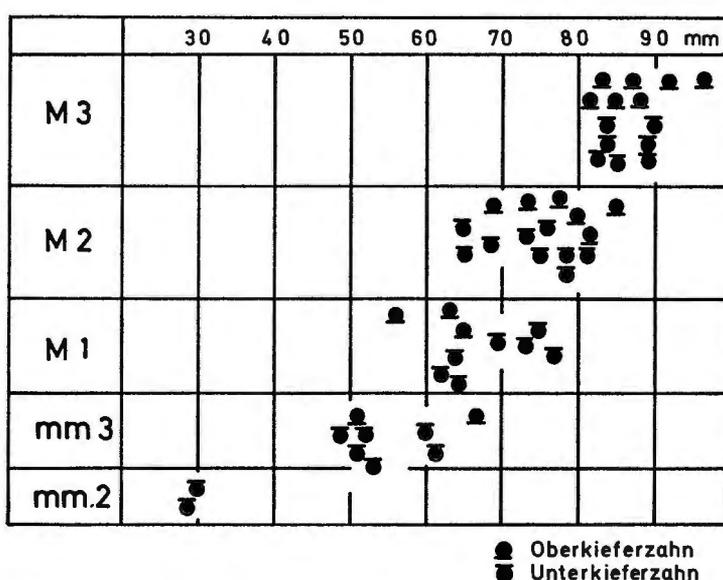


Bild 4. Breitenwerte der Achenheim-Hangebietener Elefantenbackenzähne.

Aus dem Diagramm geht hervor, daß man die Breitenwerte nur in beschränktem Maße zur Festlegung der Dentitionsstufe verwenden kann.

Es erhebt sich die Frage, ob sich die Zahnbreite im Verlauf der phylogenetischen Entwicklung der Mammut-Stammreihe ändert. In der folgenden Tabelle werden die Breitenwerte der 2. und 3. Molaren von Achenheim mit den entsprechenden Backenzähnen der mittelpleistozänen Fundstelle von Süßenborn (Anfang Mindel) und der jungpleistozänen Fundstelle von Předmostí in der Tschechoslowakei (oberes Würm) verglichen. Die einzelnen Zahlen geben jeweils die mittleren Werte.

Zahn	Achenheim-Hangebieten	Süßenborn	Předmostí
M 3	87 mm	94 mm	87 mm
M 2	74 mm	81 mm	76 mm

Mittlere Breitenwerte von 2. und 3. Molaren
(Vergleich von Achenheim, Süßenborn und Předmostí).

Zunächst zeigt sich, daß die 2. und 3. Molaren des *Parelephas trogontherii* von Süßenborn im mittleren Wert breiter sind als die entsprechenden Zähne von *Mam. primigenius* aus Předmostí (Die Předmostí-Zahlen sind errechnet nach Messungen von Musil, 1968). Die generelle Verkleinerung der Backenzähne im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung zeigt sich auch im Breitenmaß. Obgleich die Funde von Achenheim keineswegs aus einem Horizont stammen, sondern sich auf die Zeit wahrscheinlich vom Holstein-Interglazial bis zum oberen Würm verteilen, passen ihre Breitenwerte doch sehr gut zur zeitlich im ganzen einheitlichen Fauna von Předmostí. Die 2. und 3. Molaren von Achenheim-Hangenbieten entsprechen in diesem Maß zumeist den jungpleistozänen Mammuten.

Die Anzahl der Lamellen, aus denen sich ein Elefantenzahn zusammensetzt, ist in vielen Fällen ein geeignetes Merkmal zur Ermittlung der Entwicklungshöhe. Im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung der Stammreihe *Archidiskodon meridionalis* – *Parelephas trogontherii* – *Mammuthus primigenius* hat sich die Lamellenzahl der Backenzähne vermehrt. So setzt sich der 3. Molar des *Parelephas trogontherii* von Süßenborn aus 14–21 Lamellen und der entsprechende Zahn des *Mam. primigenius* von Předmostí (Musil 1968) aus 18–27 Lamellen zusammen.

Aus der Grube Hurst in Achenheim stammt ein 3. Oberkiefermolar (Nr. 45). Er ist nur als Fragment mit 16 Lamellen erhalten; es fehlen ihm 2–3 Lamellen, so daß der Zahn ursprünglich aus 18–19 Lamellen bestanden hat, einer verhältnismäßig geringen Lamellenzahl, wodurch der Zahn einen trogontheroiden Charakter erhält und älter als oberes Riß sein sollte. Als Fundort nennt Wernert Schicht 20'''/20 a, einen Profilabschnitt, der sehr wohl in eine ältere Zeitphase der Rißvereisung gehören kann.

Ein 2. Unterkiefermolar (Zahn 14) aus der Grube Schaeffer-Schneider besteht aus 18 Lamellen, was für einen 2. Molaren eine hohe Lamellenzahl ist und ihm einen phylogenetisch jungen Habitus verleiht. Es handelt sich um den Zahn eines hochentwickelten *Mam. primigenius*. Wernert gibt Schicht 15 als Fundlager an, ein Horizont, der schon hoch im Würm liegt. Zahn 47 stammt aus der Grube Sundhauser-West. Es ist ein 2. Unterkiefermolar. Das Fragment bestand ursprünglich aus 15 Lamellen, hatte also eine nicht sehr hohe Lamellenzahl. Der Zahn stammt aus Schicht 20 a und wird zu *primigenius-trogontherii* gestellt.

Die phylogenetisch älteren Elefantenbackenzähne sind im generellen Verhalten aus weniger, aber dickeren Lamellen zusammengesetzt als die phylogenetisch jüngeren Zähne. Hiervon gibt es Ausnahmen. Mehrfach treten in bestimmten Horizonten vorübergehend Zähne mit wieder breiteren oder auch mit schmaleren Lamellen auf.

Die Dicke der Lamellen läßt sich erfassen durch die Errechnung des Längen-Lamellen-Quotienten (LLQ), der die Zahnlänge zur Anzahl der Lamellen in Beziehung setzt. Auch bei fragmentärer Erhaltung eines Zahnes kann der LLQ aus einem Teilstück errechnet werden. Die Berechnung des LLQ muß einen Wert festlegen, der unabhängig ist vom Grad der Abkautung eines Zahnes. Wie dies geschieht, wurde bei einer Untersuchung der Elefantenzähne von Süßenborn (Guenther 1969) bereits vorgetragen.

Bei den phylogenetisch älteren Zähnen erreicht der LLQ höhere Zahlenwerte als bei den in der Entwicklungsreihe jüngeren Zähnen. So liegt bei den 3. Molaren des jungpleistozänen Mammut der LLQ zwischen 9 und 11,5, des *Mam. primigenius-trogontherii* zwischen 11,5 und 13, des mittelpleistozänen *Parelephas trogontherii* zwischen 13 und 16 und des altpleistozänen *Archidiskodon meridionalis* über 18,5. Hierbei handelt es sich nur um ungefähre Richtzahlen. Größere (insbesondere längere) Zähne, z. B. von Elefantenbullen, haben zumeist einen höheren LLQ als die kleineren Zähne, z. B. von Elefantenkühen, auch wenn die Tiere zur gleichen Herde gehörten. Ferner ist bei den Unterkiefermolaren der LLQ meist etwas größer als bei den Oberkiefermolaren. Dies ist bei der Bestimmung der Elefantenart zu berücksichtigen.

Eine Überprüfung der Längen-Lamellen-Quotienten der Elefantenzähne von Achenheim-Hangenbieten zeigt Bild 5. In der Ordinate ist das stratigraphische Profil (nach Wernert 1957) abgetragen. Die Ab-

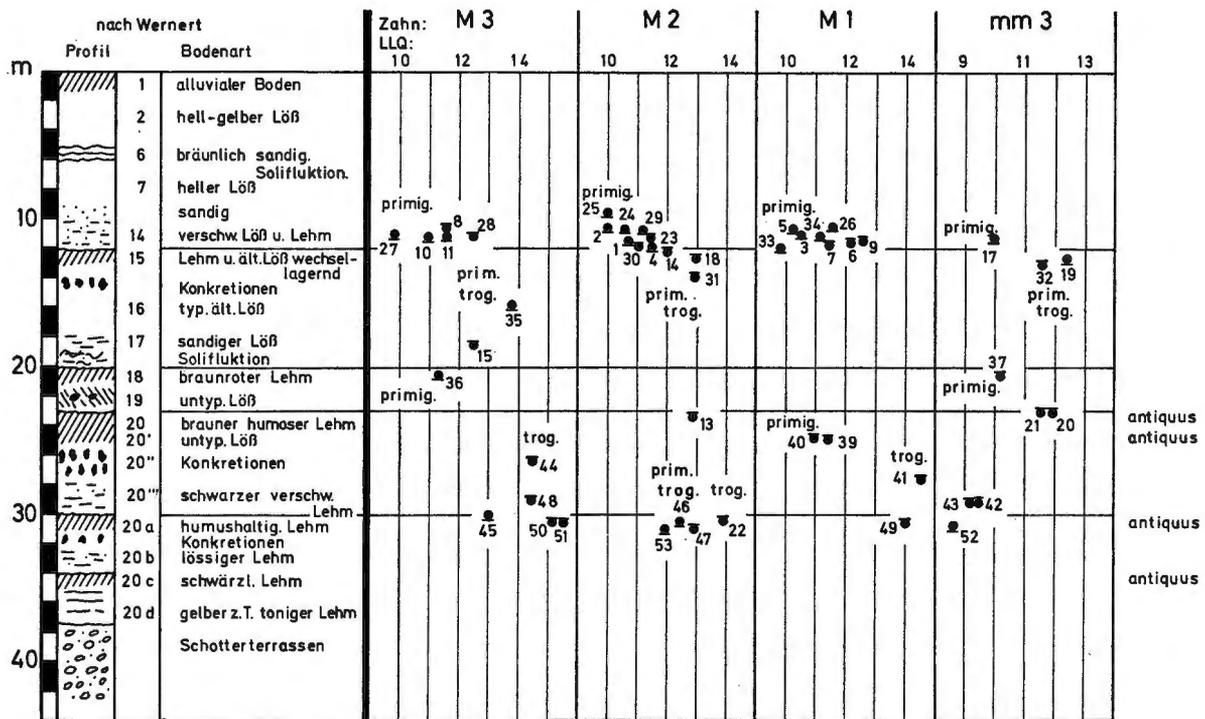


Bild 5. Backenzähne der Elefanten, geordnet nach der stratigraphischen Lage im Profil und den Längen-Lamellen-Quotienten.

sziße ist in 4 Felder aufgeteilt, die das Verhalten des 3. Milchmolaren und des 1., 2. und 3. Molaren getrennt aufzeigen. Jedes dieser Felder ist nach den LLQ-Werten aufgeteilt. Ferner ist hinzugeschrieben, welcher Zahn dem Mammut (*primig.*), der Übergangsform *Mam. primigenius-trogontherii* (*prim-trog.*) und welcher Zahn dem Steppenelefanten *Parelephas trogontherii* (*trog.*) zuzugliedern ist.

Bei allen vier Zahnarten zeigt sich ein ungefähr gleicher Wechsel der Arten. Im unteren Profilabschnitt (ab Schicht 20'') findet sich neben *Mam. primigenius-trogontherii* auch der echte *Parelephas trogontherii*. Diese Schichten sind älter als das Eem-Interglazial und könnten zurück bis zu Beginn der Mindelvereisung entstanden sein oder wenigstens Fossilien dieses Zeitabschnitts enthalten. Wahrscheinlich entstammen sie aber der Riß-Vereisung bis zurück zur Holstein-Warmzeit. Aus der Zeit der Schichten einer warmen Zeitphase stammen zwei hochentwickelte Zähne von *Mam. primigenius* (Nr. 36 und 37). Schon oben wurde mitgeteilt, daß an anderen Fundorten nachgewiesen wurde, daß im Eem-Interglazial ein bereits hochentwickeltes Mammut auftritt, das sich durch besonders kleine Backenzähne auszeichnet. Auch der Molar aus der Grube Sundhauser-O hat eine schlanke Gestalt (genaue Länge und Höhe sind nicht mehr feststellbar), ohne daß man allerdings von einer Diminutiv-Form sprechen könnte,

Mit der Wiederkehr von Ablagerungen aus kälteren Zeitabschnitten tritt wieder die Art *Mam. primigenius-trogontherii* auf. Und erst mit den interstadialen Lagen dominiert das eigentliche Mammut (*Mam. primigenius*).

Der Nachweis von *Palaeoloxodon antiquus* wird auf der rechten Seite des Diagramms vermerkt.

Vergleicht man die Elefantenfolge von Achenheim-Hangenbieten mit den Funden von Ehringsdorf, so ergibt sich folgende Parallelisierung: Die Ablagerungen, die direkt unter Wernert's Schicht 20' liegen, mögen den Ilmschottern entsprechen. Die darüber folgenden Sedimente eines warmen Klimas (Schicht 20', 20) passen mit beiden Elefantenarten, sowohl dem Waldelefanten (*Palaeoloxodon antiquus*), wie dem

Mammut (*Mam. primigenius*) zu den Elefantenarten des unteren Travertins, der den wärmsten eemzeitlichen Abschnitt des Profils repräsentiert. Eine der Fauna von Wernert's Schicht 14–15 entsprechende Elefantenfauna tritt bereits im oberen Travertin I auf.

Somit bestätigt die Untersuchung der Elefantenreste von Achenheim-Hangenbieten eine stratigraphische Einordnung der Schichten, die bereits bei der Betrachtung der anderen Wirbeltiere aufgestellt werden konnte.

Schriften

- Bourdier, F.: *Préhistoire de France*, Paris 1967.
- Bronger, A.: Löss, ihre Verbraunungszonen und fossilen Böden. Ein Beitrag zur Stratigraphie des oberen Pleistozäns in Südbaden. – *Schr. Geogr. Inst. Univers. Kiel* 24, H. 2, Kiel 1966.
- Guenther, E. W.: Die diluvialen Elefantenzähne aus dem Nord-Ostsee-Kanal. – *Meyniana* 2, 34–69, Neumünster 1953 (a).
- Die bei der Grabung in Salzgitter-Lebenstedt geborgenen Backenzähne von Elefanten. – *Eiszeitalter und Gegenwart* 3, 189–191, 1953 (b).
- Sedimentpetrographische Untersuchung von Lössen. – Köln-Graz 1961.
- Fauna und Flora im Pleistozän-Profil von Murg bei Säckingen und ihre Aussage zur Altersdatierung. – *Eiszeitalter und Gegenwart* 15, 164–180, 1964.
- Die Elefantenmolaren aus den Kiesen von Süßenborn bei Weimar. – *Pal. Abh. Abtlg. A, Palaeozoologie* Bd. 3, H. 3/4, 711–734, Berlin 1969.
- Die Backenzähne der Elefanten von Ehringsdorf bei Weimar. – *Pal. Abh. Abtlg. A, Palaeozoologie* Bd. 4, 1973 (im Druck).
- Guenther, E. W. - Bronger, A.: Der Fund eines trogontheroiden Elefantenmolaren im Lößprofil von Heiterheim im südlichen Oberrheintal. – *Arheološki Vestnik, Acta Archaeologica, Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti* 13–14, 211–22, Ljubljana 1962–63.
- Khodary-Eissa, O.: Feinstratigraphische und pedologische Untersuchungen an Lößaufschlüssen im Kaiserstuhl (Südbaden). – *Freiburger bodenkundl. Abh.*, H. 2, 1968.
- Kurtén, B.: *Pleistocene Mammals of Europe*. – London 1968.
- Musil, R.: Die Mammutmolaren von Pšedmostí (CSSR). – *Pal. Abh. Abtlg. A, Palaeozoologie* Bd. 3, H. 1, 1–198, Berlin 1968.
- Soergel, W.: *Die Jagd der Vorzeit*. – Jena 1922.
- Toepfer, V.: *Tierwelt des Eiszeitalters*. – Leipzig 1963.
- Wernert, P.: *Stratigraphie paléontologique et préhistorique des sédiments quaternaires d'Alsace-Achenheim*. – Strasbourg 1957.
- Woldstedt, P.: *Quartär*. – *Handbuch der stratigraphischen Geologie* Bd. II, Stuttgart 1969.
- Zeuner, Fr.: *The Pleistocene Period*. – London 1959.
- Zotz, L.: *Altsteinzeitkunde Mitteleuropas*. – Stuttgart 1951.

M₃ 3. Oberkiefermolaren

Eig. Nr.	Datum	Fund-ort	Fund-schicht	Wernert Loess	Bez.	Elefantengattung	Zahn	Lam.-formel	Länge	Breite	Höhe	Abkau-ung um	mittl. L.L.G.	Bemerkungen
10	—	Grube E. Schaeffer	jüng. Löß über rotem Lehm	recent	14	Mam. primig.	M ₃ d.	x 15 —	186 —	92 VI o. Dz.	189 V	10 %	11,0	
11	VIII 1923	Grube E. Schaeffer	5 dm über rotem Lehm	recent	12/14	Mam. primig.	M ₃ s.	x 9 —	100 —	83 IX m. Dz.	179	10 %	11,5	
27	—	Grube Hurst	sandreiche Basis des jüng. Lösses	recent	14	Mam. primig.	M ₃ s.	∞ 15 x	— 199	96 III m. Dz.	— 105 XV	70 %	9,8	
35	7. II. 1950	Grube Hurst	gelber Löß 250 m aus Ver-suchsbohrung	ancien super.	16	Mam. primig. - trogonth.	M ₃ s.	x 13 —	184 —	85 IV	184 V	10 %	13,8	entspricht Knochenkiesen nach Wernert Mam. trogonth. Pl. I. Fig. III.
36	4. IV. 1952	Grube Sundhauser O	roter Lehm des ält. mittl. Lösses	ancien moyen	18	Mam. primig.	M ₃ d.	x 7 —	112 —	81 VII	140 VI	40 %	11,2	
45	7. VIII. 1953	Grube Hurst	verschwemmter Lößlehm auf schwarzem Lehm	ancien moyen	20 III / 20a	Mam. primig. - trogonth.	M ₃ s.	(x3?) ∞ 16 x	— 250	87 VI	134 XV	50 %	13,0	ähnlich Kieler Molar

M₃ 3. Unterkiefermolaren

8	—	Grube E. Schaeffer	ca. 2 dm über dem roten Lehm	recent	14	Mam. primig.	M ₃ s.	x 14 —	161 —	84 XI o. Dz.	132 VII	20 %	11,6	
28	II. 1960	Grube Hurst	Basis des jüng. Lösses, sandig	recent	14	Mam. primig.	M ₃ s.	— 14 x	— 235	90 VII m. Dz.	133 XII	30 %	12,5	schwache Hypoplasien Typ Knochenkiese
15	XII. 1922	Grube in Hangenbieten	25 cm über rotem obersten Abschn. üb. mittl. ält. Löß	ancien super.	17 ?	Mam. primig.	M ₃ s.	— 8 x	— 129	84 I	103 V	40 %	12,5	
44	14. XII. 1935	Grube Sundhauser	zusammengeschw. untyp. Löß	ancien moyen	20 III	Mam. trogonth.	M ₃ s.	— 8 —	— 139	87 I	102 IV	20 %	14,5	
48	21. IV. 1955	Grube Hurst	ca. 0,30 m über Boden 20a, in verschwemmt. Lehm	ancien moyen	20 III	Mam. trogonth.	M ₃ (d?)	— 6 —	— 88 —	83 III	119 VI	50 %	14,4	
50	21. IV. 1955	Grube Hurst	schwarzer Lehm	ancien infer.	20a	Mam. trogonth.	M ₃ s.	— 17 x	— 268	89 VIII	130 XI	40 %	15,2	Reste der Mandibel vorhanden
51	12. III. 1954	Grube Sundhauser	schwarzer Lehm	ancien infer.	20a	Mam. trogonth.	M ₃ s.	— 10 —	— 164 —	85 II	109	20 %	15,3	einzelne Bruchstücke

Tabelle I. Wichtigste Daten zu den 3. Elefantenzähnen des Ober- und Unterkiefers.

M₂ 2. Unterkiefermolaren

Eig. Nr.	Datum	Fund-ort	Fund-schicht	Wernert Loess	Bez.	Elefantengattung	Zahn	Lamell.-formel	Länge	Breite	Höhe	Abkau-ung um	mittl. L.L.G.	Bemerkungen
30		Grube Hurst	sandreiche Basis des jüng. Lösses	recent	11/14	Mam. primigenius	M ₂ s.	x 8 —	95 —	75	86	25 %	11,0	
23	1933	Grube Hurst Nähe Bach	jüng. Sand- Löß	recent	11/14	Mam. primigenius	M ₂ s.	— 9 x	— 136	69 III	105 IX	60 %	11,3	anhaltende Gerölle > 10mm Ø
14		Anton Schaeffer-Schneider	Lehm des älteren Lösses	ancien	15	Mam. primigenius	M ₂ s.	x 18 x	245	81 VI m. Dz.	102 XIII	50 %	11,9	Fundschicht nicht ganz sicher
31	3. VII. 1934	Sundhauser Kanal Südwand	Lehm 2 m unter d. Oberfl. (ob. ält. Löß?)	?	?	Mam. primigenius/trog.	M ₂ s.	— 7 x	— 101	73 V	92 VII	50 %	12,9	
18	II. 1919	Grube Hurst	Lehm des älteren Lösses	ancien sup ?	15 ?	Mam. primigenius/trog.	M ₂ s.	(x) — 7 —	— 105 —	65	102	50 %	13,0	im Untersten der großen Herdschicht
13		Briquetterie Ant. Schaeffer-Schneider	schwarze Schicht im mittl. ält. Löß, schwach verlehmt	ancien moyen	20	Mam. primigenius/trog.	M ₂ d?	— 5 1/2 x	— 88	76 II a. Dz.	106 I	0	12,8	Schicht mit großen Schnecken
47	31. V. 1951	Grube Sundhauser-West	mittlere Terrasse	ancien inf.	20a	Mam. primigenius/trog.	M ₂ s.	(x1) ∞ 14 x	— 215	79 IX	104 XII	55 %	12,9	gehört zu Zahn 45
12		Grube E. Schaeffer	umgelagerter Lehm u. Löß			Mam. trogonth.	M ₂ ? d.	— 7 x	— 127	65	110	30 %	13,5	nur hinterste Lamellen erhalten
22	18. VI. 1937	Grube Sundhauser-West	schwarzer Lehm	ancien inf.	20a	Mam. trogonth.	M ₂ d.	(x) — 13 x	— 195	79	96 XII	50 %	14,0	Teile des Unterkiefers erhalten (nach Wernert M ₃)

Tabelle II. Wichtigste Daten zu den 2. Elefantenzähnen des Unterkiefers.

M_2^2 2. Oberkiefermolaren

Eig. Nr.	Datum	Fundort	Schicht	Wernert Loess	Bez.	Elefantengattung	Zahn	Lamell-formel	Länge	Breite	Höhe	Abkautung um	mittl. L.L.Q.	Bemerkungen
1	IV. 1906	Grube E. Schaeffer Ost-Wand	Basis des jung. Lösses	recent	14	Mam. primig.	M_2^2 d.	$(x2) \infty 12 x$	-145	85 VIII z.T. Dz.	83 XII	60 %	10,7	distale Drucklösung, schief angekaut
2	XII. 1907	Grube E. Schaeffer	Basis des jung. Lösses	recent	14	Mam. primig.	M_2^2 d.	$\infty 8 -$	-103-	78 V	33 V	90 %	10,0	besonders großer Auswurfsrest, Wurzeln z.T. resorbiert
4	IV. 1907	Grube E. Schaeffer Wand a.d. Straße	in weißem, über dkl.-gelbem Löß	recent ?	13/14 ?	Mam. primig.	M_2^2 s.	-4 1/2 -	-58-	74 III	27 III	65 %	11,5	Lamellen randlich zurückgebogen, Fundschicht unsicher
24	27. X. 1942	Achenheim-Oberschaeffolsheim Schiltigheim-Terrasse	ferritisierte Lehm-schicht a.d. Basis d. jung. Lösses	recent	14	Mam. primig.	M_2^2 d.	$(x2?) \infty 10 x$	-116	82	-75 X	75 %	10,6	1,50 m über der Sohle, von Kalkkonkretionen umgeben
25	—	Fundament der Scheune Stahl	sandreiche Basis des jung. Lösses	recent	10/14	Mam. primig.	$M_2^2 ?$ s.	x 9 -	109 -	80 II	151 II	0	10,0	Loess recent liegt auf kiesigen Schichten
29	1960 ?	Grube Hurst	sandreiche Basis des jung. Lösses	recent	14	Mam. primig.	M_2^2 s.	- 8 x	-170	84	114 VIII	70 %	11,2	schräg abgekaut
46	7. VII. 1953	Grube Sundhauser-West	Mittelterrasse	ancien inf.	20a	Mam. primig./ trogonth.	M_2^2 d.	$\infty 15 x$	-206	88 V	132 XIV	60 %	12,3 ?	gehört mit Zahn Nr. 47 zusammen, vielleicht M 3
53	3. VII. 1941	Grube Hurst	schwarzer Lehm	ancien inf.	20a	Mam. primig./ trogonth.	$M_2^2 ?$	x 3 -	53 -	69	156 III	0	11,8 bis 12,0	sehr kleines Bruchstück, Bestimmung daher unsicher

M_1^1 1. Oberkiefermolaren

3	IV. 1912	Grube E. Schaeffer	Basis des jung. Lösses in tief-gelber Schicht	recent	10/14	Mam. primig.	M_1^1 s.	- 4 -	-43-	56	—	60 %	10,5	nur sehr kleiner Rest der Kaufläche vorhanden
5	—	Grube E. Schaeffer	Basis des jung. Lösses	recent	14	Mam. primig.	M_1^1 s.	x 11 -	132-	63 II	157 VII	20 %	10,2	stark seitlich abgerollt
33	II. 1908	Grube E. Schaeffer	roter Lehm, auf Basis der Schiltigheim-Terrasse	recent bis anc. sup.	14/15	Mam. primig.	M_1^1 s.	$(x1-2) \infty 10 x$	-127	65	105 IX	45 %	9,8	von Wernert als trogontherii bezeichnet

Tabelle III. Wichtigste Daten zu den 2. und 1. Elefantmolaren des Oberkiefers.

M_1^2 1. Unterkiefermolaren

Eig. Nr.	Datum	Fundort	Schicht	Wernert Loess	Bez.	Elefantengattung	Zahn	Lamell-formel	Länge	Breite	Höhe	Abkautung um	mittl. L.L.Q.	Bemerkungen
6	1906	Grube E. Schaeffer	Basis des jung. Lösses	recent	14	Mam. primigen.	M_1^2 s.	$\infty 7 -$	-109-	75 VI	51 VI	60 %	12,4	starke seitliche Lösung
7	1906	Grube E. Schaeffer	Basis des jung. Lösses	recent	14	Mam. primigen.	M_1^2 d.	$\infty 6 -$	-106-	70 V	26 IV	65 %	11,5	gehört eventuell mit Zahn 6 zusammen
26	II. 1960	Grube Hurst	sandreiche Basis des jung. Lösses	recent	11/14	Mam. primigen.	M_1^2 s.	$\infty 7 x$	-119	77 m. Dz.	64	80 %	11,5	eventuell ein M_2^2
9	—	Grube E. Schaeffer	Basis des jung. Lösses	recent	14	Mam. primigen.	M_1^2 d.	x 12 x	175	73 VIII	113 II	0	12,7	vorderer Talon lappt nach intern, als Folge des Druckes
34	V. 1904, 14. IX. 1945	Grube E. Schaeffer, kooperativ	roter, sandiger Lehm, Basis der Schiltigheim-Terrasse	ancien sup. ?	14/15 ?	Mam. primigenius/trog.	M_1^2 d.	- 9 -	-127-	62 VII	87 VII	50 %	12,3	von Wernert als antiquus bezeichnet. Abb. Wernert
39	26. IV. 1948	Achenheim	grüner, sandiger Löß	ancien moyen	20 ¹	Mam. primigenius	M_1^2 s.?	- 6 -	-82-	64 VI	91 VI	40 %	11,5	Zahn etwas aufgeplatzt gehören wohl zusammen
40	26. IV. 1948	Achenheim	grüner sandiger Löß	ancien moyen	20 ¹	Mam. primigenius	M_1^2 d.	x 2 -	32-	63 II	78 II	30 %	11,0	
41	4. IX. 1941	Grube Hurst	gelber Lehm mit großen Konkretion.	ancien moyen	20 ^a	Mam. trogonth.	M_1^2 d.	- 8 x	-132	79 m. Dz.	74 V	45 %	14,6	Abb. Wernert pl. II. Nr. 1
49	6. V. 1950	Grube Hurst	3m über dem Boden im schwarzen Lehm	ancien inf.	20a	Mam. trogonth.	M_1^2 s.	x 10 -	139 -	69	- 70	—	14,0	künstlich angeschliffen, daher Abkautung nicht bestimmbar

Tabelle IV. Wichtigste Daten zu den 1. Elefantmolaren des Unterkiefers.

mm 3 3. Milchmolaren

Eig. Nr.	Datum	Fundort	Schicht	Wernert Loess	Bez.	Elefantengattung	Zahn	Lamell.-formel	Länge	Breite	Höhe	Abkahlung um	mittl. L.L.G.	Bemerkungen
17	I. 1914	Briquetterie-Hurst	Basis des jüngeren Lösses	recent	11/14	Mam. primig.	mm ₃ ?	- 4 -	-35-	51	25	8 %	10,0	Fragment zu klein zur genauen Bestimmung
32	V. 1904	Grube E. Schaeffer	0,20m unter Lehmoberfläche	ancien super.	15	Mam. primig.	mm ₃ s	x 7 x	98	64 m. Dz.	77	70 %	11,6	von Wernert als antiquus bezeichnet (Wernert Abb.(2,4)) ist sicher Mam.
19	VIII. 1925	Grube Hurst	lehmige Schicht unterhalb des jung. Lösses	ancien super.	15	Mam. primig./ trogonth.	mm ₃ ?	- 6 -	-53-	67	62	70 %	12,5	
37	6. VIII. 1935	Grube Sundhauser	Löß-Lehm mit Konkretionen	ancien moyen	18	Mam. primig.	mm ₃ s	x 8 -	90-	53 VIII	70 VIII	30 %	10,1	
20	VIII. 1933	Grube Sundhauser Grenze gegen Hurst		ancien moyen	20	Mam. primig./ trogonth.	mm ₃ s	x 7 -	95-	52	122 III	10 %	12,0	Zähne gehören zum gleichen Gebiß
21				ancien moyen	20	Mam. primig./ trogonth.	mm ₃ d	x 6 -	86-	51	108 II	0	11,7	
42	II. 1949	Grube Sundhauser - O	3m über großer Fläche des älter. mittl. Lösses, in verschw. Lehm	ancien moyen	20 ^{III}	Mam. primig. trogonth?	mm ₃ s	x 11 x	124	60 IV	55 IV	45 %	9,5	Abb.1, Nr.7. Steckt noch in Mandibula M ₁ hat 10,6 M ₁ = 11,0
43				ancien moyen	20 ^{III}	Mam. primig. trogonth?	mm ₃ d	(x2) - 9 x	-96	61 IV	52 II	45 %	9,3	
52	12. XI. 1938	Grube Sundhauser - O	in schwarzem Lehm unter älter. Löß	ancien infer.	20 a	Mam. primig.	mm ₃ s	x 9 od. 10 x	96	49 V m. Dz.	66 V	10 %	8,6	gut erhaltener kleiner Milchmolar

mm 2 2. Milchmolaren

38	10. III. 1946	Acheimer Canal	braunroter Lehm mit großen Konkretionen	ancien moyen	20	Mam. primig. trogonth.?	mm ₂ d	x 7 x	55	30 IV	24 IV	50 %	6,4	Schicht mit großer Helix u. Knochenresten
54	29. V. 1946	Grube Sundhauser			20 b	trog. oder antiquus	mm ₂ s	x 7 x	52	29	26	60 %	6,8	zweifelhaft, ob nicht vielleicht palaeoloxodon

Tabelle V. Wichtigste Daten zu den Milchmolaren der Elefanten.