

# DIE FUNKTION DES KAUAPPARATES BEI DEN PROBOSCIDIERN.

Von

**HSICHIH CHANG**

(Peking).

Mit 6 Textfiguren.

## Inhaltsverzeichnis.

|  | Seite |
|--|-------|
| Einleitung   | 34    |
| Allgemeiner Überblick über die Verschiedenheit der Kaufunktion der Säugtiere                           | 35    |
| Die Ausbildung der Kaumuskulatur und die Schaukelfunktion des Kauapparates bei den lebenden Elephanten | 39    |
| Die Kaufunktion der fossilen Proboscidier  | 44    |
| Literaturangaben   | 48    |

### Einleitung.

In der vorliegenden Arbeit wird auf Grund der morphologischen und ethologischen Untersuchung der lebenden und fossilen Proboscidier versucht, die funktionellen Unterschiede im Kauapparat darzulegen.

Die Gestaltung und die Ausbildung der Organe, z. B. des Gebisses, der Schädel- und Kieferformen bei den Proboscidiern sind auf die Art der Funktion der einzelnen Organe zurückzuführen. Die Funktion eines Organes bedingt die Form desselben. Wenn die Funktion eines Organes wechselt oder sich verliert, dann wird sich die Form desselben im Laufe der Zeit entsprechend umändern.

Von diesem Gesichtspunkte aus kann man wohl sagen, daß jedem kleinen Höcker des Zahnes, jeder Form eines Organes eine bestimmte Bedeutung zukommt. Die Jochzähne sind zum Zerquetschen geeignet (*M. americanus*), die Höckerzähne dagegen zum Zerkauen (*Bunolophodon angustidens*); zum Zerquetschen fehlen den Jochzähnen die Zwischenhöcker; dagegen sind diese beim Gebiß, mit dem zerkaut wird, gut entwickelt. Die zum Zerreiben der Nahrung dienenden Mahlzähne zeigen lamellenförmigen Bau, die Zwischentäler sind reichlich mit Zement ausgefüllt und funktionieren wie die Reibplatten der Sirenen.

Im folgenden soll zunächst ein allgemeiner Überblick über die Verschiedenheit der Kaufunktion bei den einzelnen Säugetierstämmen dargestellt werden.

Weiters soll die Ausbildung der Kaumuskulatur und die Schaukelbewegung des Kauapparates der lebenden Elephanten gezeigt werden. Diese Untersuchung ist auch von biologischem Interesse, insofern aus ihr zu ersehen ist, welche Nahrungsweise und welche Art der Kaufunktion den vorzeitlichen Formen eigen gewesen ist.

Ferner möchte ich noch hervorheben, daß unter den älteren Proboscidiern in bezug auf den Zahntypus zwei Hauptreihen auseinander zu halten sind, die bunodonte und die lophodonte Reihe. Neben der bunodonten Reihe entwickelt sich ein hochgradiger Sudentypus, welchen G. SCHLESINGER als die choerodonte Reihe unterschieden hat. Über die Ahnenform und den Zeitpunkt der Spaltung dieser drei Typen sind wir bis jetzt nur ungenügend unterrichtet; jedenfalls vollzog sich diese Trennung noch vor dem Miozän. Es sei noch kurz erwähnt, daß diese Reihen keineswegs phylogenetische Beziehungen zum Ausdrucke bringen.

### **Allgemeiner Überblick über die Verschiedenheit der Kaufunktion der Säugetiere.**

Das Gebiß der Wirbeltiere hatte ursprünglich kaum eine andere Funktion, als die Nahrung zu ergreifen und festzuhalten. Ein solches Gebiß besteht meist aus zahlreichen, einfachsten, spitzen, kegelförmigen kleinen Zähnen, welche auf dieselbe Weise wie die Placoidschuppen entstanden sind. Bei den niedrigen Wirbeltieren wird die Nahrung durchaus nicht gekaut, sondern als Ganzes hinuntergeschluckt. Es kommt aber später allmählich eine Differenzierung des Gebisses der Wirbeltiere zum Vorschein. Diese Unterschiede des Gebisses in den verschiedenen Abschnitten sind zwar bei einigen älteren Reptiliengattungen (z. B. *Scylacosaurus* aus dem Perm und *Cynognathus* aus der Trias Südafrikas) schon hervorgetreten, aber erst bei den Säugetieren sind sie allgemein und vollkommen ausgebildet.

Bei wenigen Säugetiergruppen, wie Bartenwale, Schnabeltiere und Ameisenfresser, bei denen wegen einer speziellen Nahrungsweise eine Zerkleinerung der Nahrung überhaupt nicht erforderlich ist, geht das Gebiß vollkommen verloren. Die Bartenwale haben die Ursache der Reduktion des Gebisses dem Wechsel vom ichtyophagen zur planktonophagen Nahrungsweise zu verdanken. Die Reduktion des Gebisses bei den Schnabeltieren und Ameisenfressern ist ebenfalls auf die Anpassung an weiche Nahrung (wie Insekten und Würmer) zurückzuführen.

Die meisten Säugetiere, abgesehen von den wenigen oben erwähnten, zerkleinern ihre Nahrung durch das Kauen, welches die Kaubewegung des

Unterkiefers gegen den Oberkiefer bewerkstelligt. Die Art der Kaubewegung, d. h. die Bewegungsrichtung des Unterkiefers gegen den Oberkiefer, ist innerhalb der einzelnen Tiergruppen verschieden; diese Bewegungsrichtung kann vertikal, aber sie kann auch horizontal vor sich gehen; die horizontale Kaubewegung kann lateral (senkrecht zur Sagittalebene) und ebenso vor- und rückwärts (parallel zur Sagittalebene) stattfinden; es können auch die beiden Arten der Bewegung vertikal und horizontal gemeinsam stattfinden, die eine vorherrschend und die andere untergeordnet oder umgekehrt. Von dieser Verschiedenheit der Art der Kaubewegung hängen einerseits die Gestaltung des Kiefergelenkes, andererseits die Ausbildung der Kaumusculatur und endlich auch die Kieferform und der Molarenbau ab. Die Beschaffenheit der Nahrung, Fleisch oder Pflanzen, weich oder hart, saftig oder trocken, und die Art ihrer Aufnahme ist ebenfalls eng damit verknüpft.

Bevor ich über die Art der Kaubewegung der Proboscidier eingehend spreche, werde ich zunächst, um eine breitere Basis zu gewinnen, über die Art der Kaubewegung bei den Säugetieren einen allgemeinen Überblick geben. Nach dem Bau der Mahlzähne und der Nahrungsweise kann man folgende drei Hauptgruppen feststellen:

1. Die Kaubewegung des Carnivorentypus.
2. Die Kaubewegung des Omnivorentypus.
3. Die Kaubewegung des Herbivorentypus.

Der Carnivorentypus ist bei den *Carnivora* und den *Insectivora* am klarsten ausgeprägt. Diese Formen ernähren sich hauptsächlich von tierischer Nahrung. Die Mahlzähne sind ein- oder mehrspitzig, scharfkantig und besitzen keine einheitliche Usurfläche. Ihre Größe ist sehr schwankend. Die Funktion der Backenzähne bei der Nahrungszerkleinerung besteht entweder im Zerschneiden oder im Zerbrechen. Ein Zermahlen oder Zerreiben der Nahrung findet überhaupt nicht statt. Entsprechend der Funktion des Gebisses ist das Kiefergelenk derart gebaut, daß der Gelenkkopf des Dentale einen Stab darstellt, der in einer quer zur Schädelachse liegenden, tiefen Rinne des Squamosums so verläuft, daß dem Unterkiefer eine Vor- und Rückwärtsbewegung überhaupt nicht gestattet ist. Daß eine Seitwärtsbewegung überdies durch die stark ausgebildeten und ineinandergekeilten Ober- und Unterkiefercaninen beschränkt ist, ist ohne weiters klar. Infolgedessen ist die Kaubewegung des Carnivorentypus nur in vertikaler Richtung (parallel zur Sagittalebene) gestattet. Diese Kaubewegung nennt man „orthal“ und sie besteht nur im Öffnen und Schließen der Kiefer.

Bezüglich der Kaumusculatur beim Carnivorentypus hat W. D. MATTHEW<sup>1)</sup> schon 1910 dargelegt, daß die Kaumuskeln ausschließlich

<sup>1)</sup> W. D. MATTHEW: The Phylogeny of the Felidae. — Amer. Mus. Nat. Hist., Bull. 28, Art. 26, pag. 289—316, New York 1910.

zum Öffnen und Schließen der Kiefer dienen. Der am stärksten ausgebildete Kaumuskel bei den Carnivoren ist der *M. temporalis*. Der stark ausgebildete Schädelkamm, die tiefe Einbuchtung am *Processus coronoideus* und die große Temporalgrube zeigen die Ursprungs- und Insertionsfläche und den Ausfüllungsraum des *M. temporalis* sehr deutlich.

Der Omnivorentypus ist bei den Suiden und Ursiden am klarsten ausgeprägt. Die Kronen der Backenzähne bestehen aus niedrigen Höckern, aber sie besitzen ebenfalls eine mehr oder weniger flache Kaufläche. Die Umrisse der Mahlzähne und die Größe sind sehr schwankend. Die Funktion der Mahlzähne besteht hauptsächlich im Zerkauen und Zermahlen der Nahrung.

Was die Richtung der Kaubewegung beim Omnivorentypus anbelangt, so läuft sie sowohl vertikal (parallel zur Sagittalebene) als auch horizontal (senkrecht zur Sagittalebene). Die vertikale Kaubewegung dient zum Zerkauen der Nahrung; die horizontale hingegen, welche zwar nicht vor- und rückwärts, parallel zur Schädelachse, sondern ein wenig seitwärts (schief zur Sagittalebene oder Symmetrieebene des Schädels) läuft, dient zum Zermahlen der Nahrung. Aber diese zermahlende Funktion ist auf das hintere Ende der Backenzahnreihe beschränkt, da sie hier im Hebelwinkel den größten Erfolg hat.

Die mahlende Funktion der Molaren spielt bei den Suiden eine ganz minimale Rolle, weshalb diese auch eine hochgradige Höckerbildung und eine kleine flache Usurfläche zeigen; dagegen spielt bei den Ursiden diese mahlende Funktion der Molaren schon eine beträchtliche Rolle. Die Höcker sind bedeutend niedriger und die flache Usurfläche ist viel ausgedehnter als bei den Suiden. Ein gutes Beispiel dafür gibt etwa der Gebißtypus des Höhlenbären aus Mixnitz in Steiermark.

K. EHRENBERG<sup>2)</sup> hat den Molarenbau des Mixnitzer Höhlenbären eingehend untersucht, und er hat darauf hingewiesen, daß derselbe zumindest zu einer vorwiegenden Pflanzenkost übergegangen sein muß, da die Backenzähne eine Vergrößerung und Verbreiterung der Kaufläche und eine Verflachung der Höckerbildung im Molarenabschnitt aufweisen.

Der Herbivorentypus ist unter den Säugetieren in vielen Stämmen, bei Ungulaten und Subungulaten wie auch Notoungulaten ausgeprägt, am klarsten bei den Wiederkäuern, Equiden, Proboscidiern und Nagetieren. Die Kauflächen der Mahlzähne besitzen eine einheitliche Ebene und die Umrisse sind ziemlich ähnlich. Die Zähne schließen eng aneinander. Die Größe der Mahlzähne ist im Gegensatz zum Carnivorentypus wenig schwankend. Der Zahnbau ist entweder bunodont (Sirenen und Flußpferde), lopho-

<sup>2)</sup> K. EHRENBERG: Die Variabilität der Molaren des Höhlenbären. Paläontolog. Zeitschr., Band IX, Heft 1/3, 1927.

dont (Tapir) oder selenodont (*Cervicornia* und *Cavicornia*) oder ein Mischtypus der obengenannten Formen (*Bunoselenodontia*, die ausgestorbenen Formen *Anthracotherium* und *Anoplotherium*). Was die Funktion der Mahlzähne anbelangt, so ist sie entweder kauend, mahlend, zerquetschend oder zerreibend. Ein Zerschneiden oder Zerbrechen der Nahrung durch die Mahlzähne findet nicht statt.

Was die Art der Kaubewegung beim Herbivorentypus anbelangt, so verläuft sie hauptsächlich horizontal, also entweder senkrecht oder parallel zur Sagittalebene des Schädels. Es ist selbstverständlich, daß eine vertikale Bewegung ebenfalls stattfindet, welche zum Schließen und Öffnen der Kiefer notwendig ist, aber diese vertikale Bewegung ist bei der Kautätigkeit nur im geringen Maße beteiligt.

Bei der horizontalen Kaubewegung des Herbivorentypus muß man also, wie eben erwähnt, zwei Arten auseinander halten:

1. Senkrecht zur Sagittalebene (lateral).
2. Parallel zur Sagittalebene (propalinal und palinal).

Diese beiden Arten der horizontalen Kaubewegung finden bei manchen Säugetiergruppen nur in der einen oder der anderen Form statt, die eine vorherrschend, die andere untergeordnet oder umgekehrt. Die erste Art der Kaubewegung zeigen die Wiederkäuer am deutlichsten. Wer die Wiederkäuer bei der Nahrungsaufnahme genauer beobachtet hat, der weiß, daß die Seitwärtsbewegung der beiden Kiefer gegeneinander ziemlich stark und deutlich ist. Neben dieser seitlichen Hauptbewegung findet noch eine Vor- und Rückwärtsbewegung, welche im Vergleich zu der letzteren recht schwach ist, statt. Diese beiden Bewegungen gehen bei den Wiederkäuern so vor sich, daß der Unterkiefer zunächst eine Drehbewegung gegen den Oberkiefer ausführt und sich dann von rechts hinten nach links vorne bewegt (oder umgekehrt von links hinten nach rechts vorne) und hierauf in die ursprüngliche Stellung zurückkehrt. Durch diese Kaubewegung wird die pflanzliche Nahrung zermahlen und zerquetscht. Dies hat W. LUBOSCH<sup>3)</sup> sorgfältig beobachtet und klar dargestellt.

Die zweite Art der Kaubewegung zeigt sich bei den Nagetieren und Elephanten am deutlichsten. Aus der Beobachtung ergibt sich, daß die Kaubewegung bei den Nagetieren nur eine Vor- und Rückwärtsbewegung parallel zur Schädelachse darstellt. Eine Seitwärtsbewegung kommt nur in ganz geringem Maße vor. Dieser Funktion sind sowohl das Kiefergelenk als auch die gesamte Kaumuskulatur angepaßt.

Wenn man das Kiefergelenk eines Nagetieres betrachtet, so findet man, daß es derart gebaut ist, daß der Gelenkkopf des Dentale eine Walze dar-

<sup>3)</sup> W. LUBOSCH: Universelle und spezialisierte Kaubewegung der Säugetiere. Biolog. Zentralblatt, Bd. 27, Nr. 19, p. 613—624; Nr. 20, p. 652—665, 1907.

stellt, die in einer zur Schädellachse parallelen Rinne des Squamosums läuft. Durch diese Gestaltung des Kiefergelenkes kann die Kaubewegung der Nagetiere nur in der Richtung von hinten nach vorne und von vorne nach hinten ausgeführt werden.

### **Die Ausbildung der Kaumuskulatur und die Schaukelbewegung des Kauapparates bei den lebenden Elephanten.**

Nachdem ich einen allgemeinen Überblick über die Art der Kaubewegung bei den Säugetieren gegeben habe, wende ich mich der Kaubewegung und der Kaumuskulatur der Elephanten zu. Die Kaubewegung der Elephanten scheint bei kurzer Beobachtung zwar der der Nagetiere ziemlich ähnlich und ebenfalls eine Vor- und Rückwärtsbewegung zu sein, welche parallel zur Längsachse des Schädels läuft; aber die genauere Beobachtung bei der Nahrungsaufnahme lehrt, daß trotz dieser großen Ähnlichkeit doch ein gewisser Unterschied zwischen den beiden Typen vorliegt. Die Unterschiede sind folgende:

1. Ist diese Vor- und Rückwärtsbewegung viel schwächer als bei den Nagetieren und

2. läuft diese Bewegung nicht ganz in einer horizontalen Ebene, sondern die Bewegungsbahn ist derart gekrümmt, daß ihr vorderer und hinterer Endpunkt höher liegen als die Bahnmitte, d. h. die Bewegungsbahn entspricht mehr oder weniger einer gebogenen Kurve. Diese Bewegung will ich als „Schaukelbewegung“ oder „Pendelbewegung“ bezeichnen. Aus dieser Darlegung geht hervor, daß man die Kaubewegung der Elephanten durchaus nicht als eine reine Vor- und Rückwärtsbewegung wie jene der Nagetiere betrachten kann.

Daß diese Vor- und Rückwärtsbewegung bei den Elephanten viel schwächer ist als bei den Nagetieren, hängt offenbar mit der Kürze von Schädel und Unterkiefer und demgemäß mit der geringen Ausdehnung des Kauapparates zusammen. Die Schädel der Nagetiere sind ganz flach, niedrig und langgestreckt und verhältnismäßig leicht gebaut, dagegen die der Elephanten bedeutend verkürzt, sehr hoch gewölbt und ungeheuer schwer gebaut. Bei den Nagetieren funktionieren mehrere Backenzähne gleichzeitig, dagegen bei den Elephanten nur ein einziger (oder zwei Hälften der beiden Nachbarbackenzähne) bei der Nahrungszerkleinerung.

Auch das Kiefergelenk ist bei den Elephanten anders gestaltet als bei den Nagetieren. Wegen dieser verschiedenen Gestaltung des Kiefergelenkes ist die Stärke der Vor- und Rückwärtsbewegung ebenfalls anders beeinflusst. Darauf komme ich später noch einmal zurück.

Nun wende ich mich der Schaukelbewegung der Elephanten zu. Diese Schaukelbewegung geht rein nach dem Pendelprinzip der Mechanik vor sich.

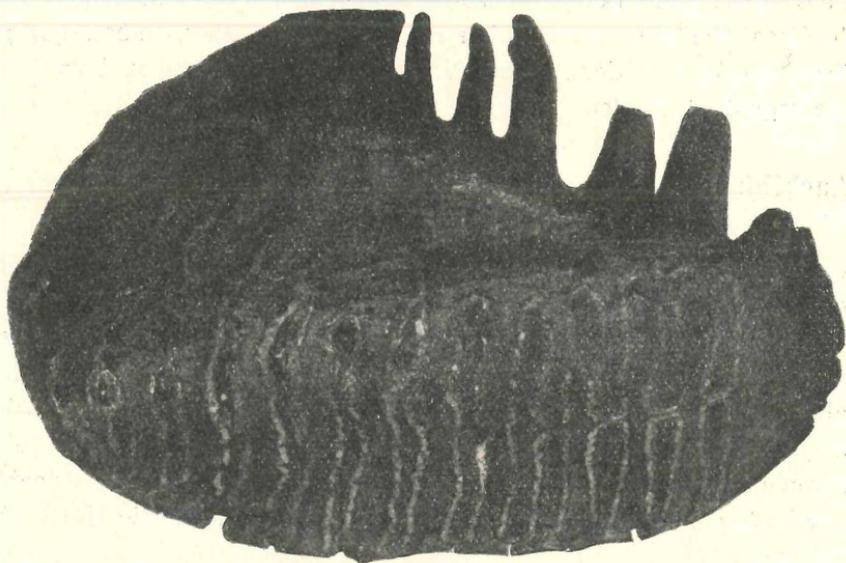


Fig. 1. Ein oberer letzter Molar von *Elephas primigenius* aus dem Diluvium, Bochnia a. d. Dunajec. Original im Naturhist. Museum in Wien. Zirka  $\frac{2}{3}$  der nat. Gr.

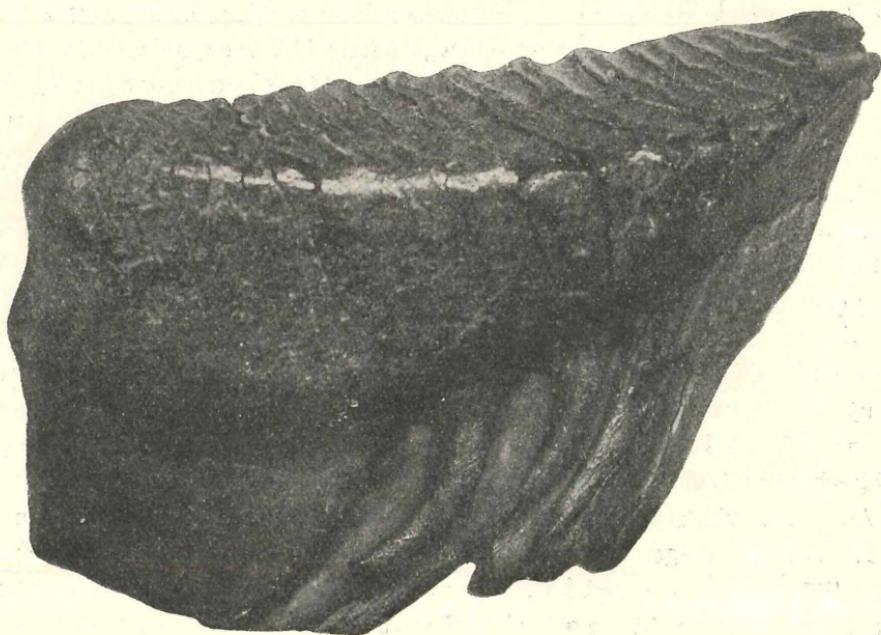


Fig. 2. Ein unterer letzter Molar von *Elephas primigenius* aus dem Diluvium a. d. San bei Jaroslow. Original im Naturhist. Museum in Wien. Zirka  $\frac{2}{3}$  der nat. Gr.

Der ungeheuer schwere und massive Unterkiefer der Elefanten ist als der Schwerpunkt eines Pendels und der kräftige *Musculus temporalis* als der Träger des Pendels zu betrachten. Der *M. masseter superficialis* und der *M. pterygoideus* ziehen einerseits den Unterkiefer von rückwärts nach vorne und der *M. digastricus* zieht ihn anderseits von vorne nach rückwärts. Infolge dieser Vor- und Rückwärtsbewegung durch die obengenannte Muskulatur schwingt der Unterkiefer am Vorder- und Hinterende mehr oder

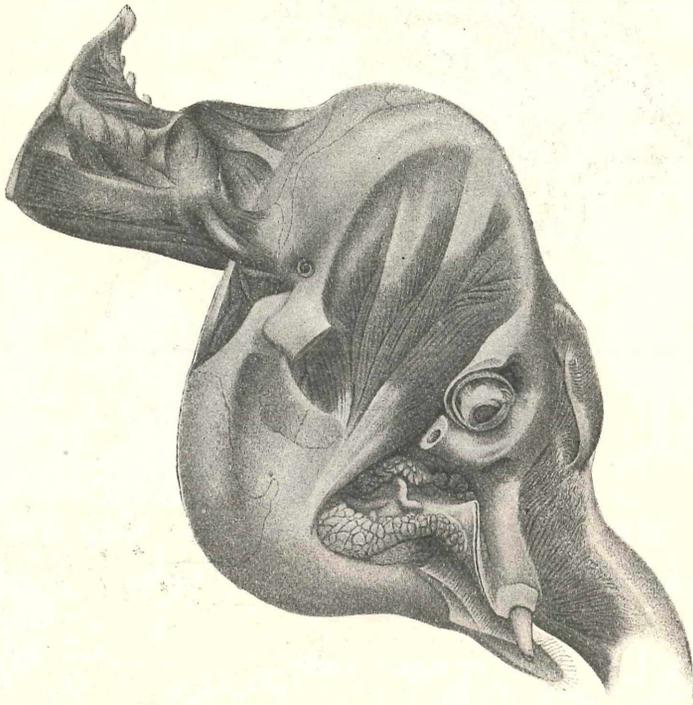


Fig. 3. Kopf eines jungen *Elephas indicus*. Jochbogen abgehoben, zeigt die Lage, Ursprungs- und Insertionsstelle des *Musculus temporalis*. Zirka  $\frac{1}{8}$  der nat. Gr. (Nach J. E. V. Boas, 1908, Pl. III.)

weniger nach aufwärts, so daß die Laufbahn der Kaubewegung eine schwache Kurve darstellt. Aus dieser Schaukelbewegung des Unterkiefers gegen den Oberkiefer ergibt sich, daß die pflanzliche Nahrung längs einer Fläche zerrieben und zerquetscht wird, welche einem Teil eines Zylindermantels entspricht.

Es ist nicht zu leugnen, daß diese Kaubewegung bei den Elefanten wie eine Schaukelbewegung vor sich geht, wenn man die Kaufläche der Backenzähne des Ober- und Unterkiefers einmal verglichen hat. Die Kaufläche der oberen Backenzähne ist eine schwache Konvexfläche (Fig. 1), die der unteren Backenzähne eine schwache Konkavfläche (Fig. 2). Diese beiden Flächen des oberen

und unteren Backenzahnes wirken wie gekrümmte Reibplatten gegen einander, um die Nahrung zu zerkleinern.

Die Ausbildung der Kaumuskulatur der Elefanten hat J. E. V. BOAS<sup>4)</sup> vor kurzem ausführlichst untersucht. Nach ihm sind die wichtigsten Kaumuskeln:

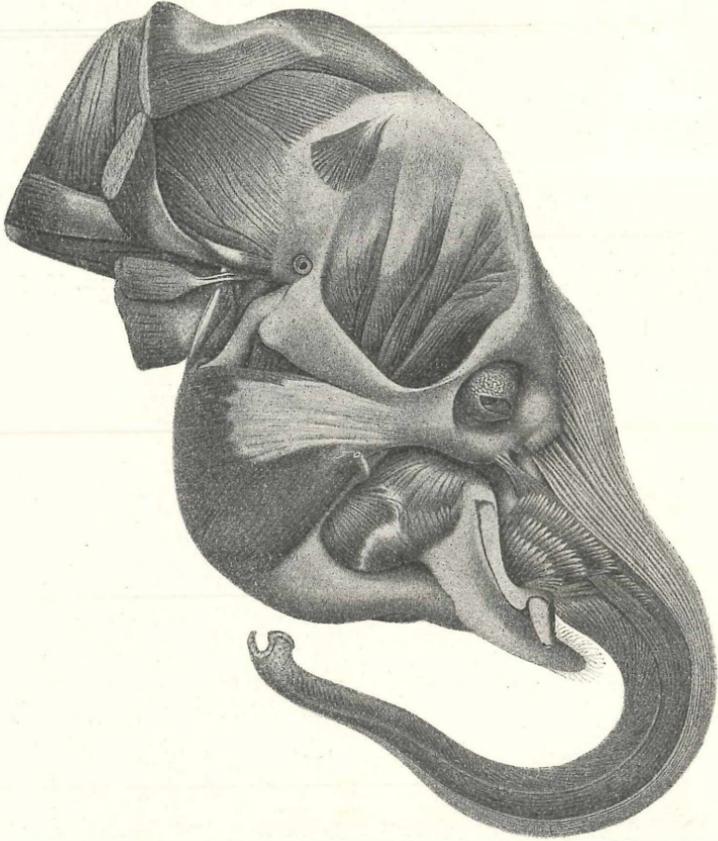


Fig. 4. Kopf eines jungen *Elephas indicus* mit Jochbogen, zeigt die Lage, Ursprungs- und Insertionsstelle des *Musculus masseter*. Zirka  $\frac{1}{8}$  der nat. Gr. (Nach J. E. V. Boas, 1908, Pl. II.)

1. *M. temporalis* (der Muskel ist der kräftigste unter allen Kaumuskeln und füllt die große Temporalgrube vollständig aus. Er entspringt von der ganzen Fläche der *Fossa temporalis* und inseriert am *Proc. coronoideus*. Dieser Muskel besteht aus mehreren kräftigen und sehnigen Muskelbändern (Fig. 3).

2. *M. masseter* (der Muskel besteht aus zwei Muskellagen, einer schwächeren inneren Schichte, *M. masseter profundus* und einer stärkeren äußeren Schichte, *M. masseter superficialis*. Der erste besteht aus vertikalen Muskel-

<sup>4)</sup> J. E. V. BOAS u. SIMON PAULLI: The Elephants Head. Pt. I, 1908, Pt. II, 1925, Copenhagen.

fasern, entspringt von der hinteren Partie des Jochbogens und inseriert an der Außenfläche und dem oberen Rande des *Ramus horizontalis* des Unterkiefers. Der letztere besteht dagegen aus mehr oder weniger horizontalen Muskelfasern, entspringt von der vorderen Partie des Jochbogens und inseriert an der Außenfläche des *Ramus horizontalis* des Unterkiefers) (Fig. 4).

3. *M. pterygoideus* (besteht ebenfalls aus zwei Muskellagen, dem *M. pterygoideus internus* und dem *M. pteryg. externus*; der erste entspringt von dem *Proc. pterygoideus* und inseriert an der Innenfläche des horizontalen Unterkieferastes, und zwar an dessen hinterem Rande; der letztere entspringt am oberen Teil des *Proc. pterygoideus* und inseriert an der medialen Seite des Unterkiefers).

4. *M. digastricus* (entspringt von dem Hinterhauptsbein nahe dem *Condylus occipitalis* und inseriert an der Unterseite des Unterkiefers, zum Teile am Angulus des Unterkiefers).

Was die Funktion dieser Kaumuskeln anbelangt, so hat BOAS folgendes berichtet:

Der *M. temporalis* ist der Hauptträger und Heber des großen und schweren Unterkiefers. Diese Aufgabe wird fast vollständig von diesem Muskel allein ausgeführt; nur ganz wenig wird er von dem *M. masseter* unterstützt. Der *M. masseter superficialis* und der *M. pterygoideus* arbeiten zusammen und ziehen das Dentale von rückwärts nach vorne; der *M. digastricus* zieht es dagegen von vorne nach rückwärts.

Betrachten wir nun den Schädel der Elephanten, so sehen wir, daß die Temporalgrube außerordentlich groß und tief ist. Wir wissen ja, daß diese Temporalgrube vom *M. temporalis* ausgefüllt wird. Diese große und tiefe Temporalgrube der Elephanten weist darauf hin, daß der *M. temporalis* ebenfalls sehr stark und kräftig ausgebildet ist. Auf die starke Ausbildung des *M. temporalis* hat auch BOAS in seiner Untersuchung hingewiesen.

Ich habe schon vorher erwähnt, daß die Vor- und Rückwärtsbewegung bei den Elephanten viel schwächer ist als bei den Nagetieren und daß dies mit dem kurzen Schädel und Unterkiefer und dementsprechend mit der geringen Ausdehnung des Kauapparates zusammenhängt. Nun wollen wir das Kiefergelenk der Elephanten näher betrachten. Der Gelenkkopf ist ein Oval, dessen langer Durchmesser quer und dessen kurzer Durchmesser parallel zur Schädelachse gestellt ist. Dem Gelenkkopf entsprechend ist auch die Gelenkfläche am Squamosum ungefähr von ovaler Form; sie stellt eine schwache Konkavität dar. Ihre seitliche Begrenzung ist ziemlich schwach, aber immerhin doch deutlich sichtbar. Diese Verschiedenheit in der Ausbildung des Kiefergelenkes bei den Elephanten (Längsdurchmesser des Gelenkkopfes quer zur Schädelachse) gegenüber jener bei den Nagetieren

(Längsdurchmesser des Gelenkkopfes parallel zur Schädelachse) spricht ebenfalls für die schwache Vor- und Rückwärtsbewegung des Unterkiefers bei den Elephanten.

### Die Kaufunktion der fossilen Proboscidier.

Ich habe oben die Kaufunktion der lebenden Elephanten auseinandergesetzt; im folgenden soll nun versucht werden, die Kaufunktion auch der älteren Proboscidier aufzudecken und auf Grund der gewonnenen Erkennt-

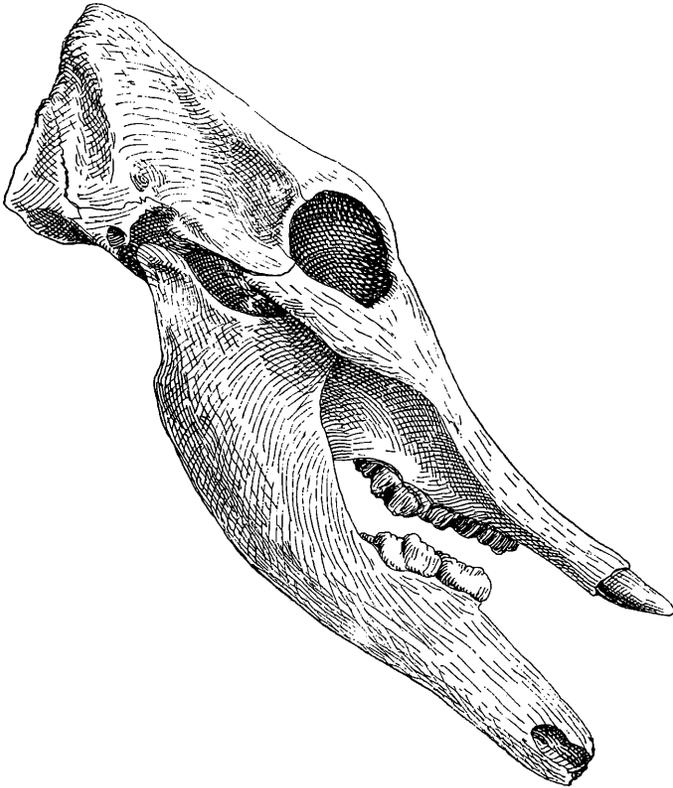


Fig. 5. Seitenansicht des Schädels von *Mastodon pentelici* Gaudry et Lartet, aus dem unteren Pliozän von Samos. Original im Naturhist. Museum in Wien. Zirka  $\frac{1}{5}$  der nat. Gr. (Aus O. Abel, Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit, 1922, p. 87, Fig. 78.)

nisse die Unterschiede zwischen bunodonten und lophodonten Formen hervorzuheben.

Nach dem Zahnbau und der Schädelform werde ich die Kaufunktion der fossilen Proboscidier in drei Gruppen zusammenfassen:

1. Die Kaufunktion der choerodonten Formen;
2. die Kaufunktion der bunodonten Formen;
3. die Kaufunktion der lophodonten Formen.

Betrachten wir den Schädel von *Mastodon pentelici* (Fig. 5) aus dem Unterpliozän von Samos, so sehen wir, daß der Schädel im Gegensatz zu dem des Elephanten ganz niedrig und langgestreckt ist. Hinter der Orbita befindet sich eine außerordentlich kleine Temporalgrube. Auch der Unterkiefer ist sehr niedrig und langgestreckt; der *Ramus ascendens* ist vom *Ramus horizontalis* nur wenig abgehoben, so daß der Angulus einen Winkel von mehr als  $135^\circ$  darstellt. Der *Processus coronoideus* des Unterkiefers steht unterhalb der Orbita und weit entfernt von der Temporalgrube. Wenn

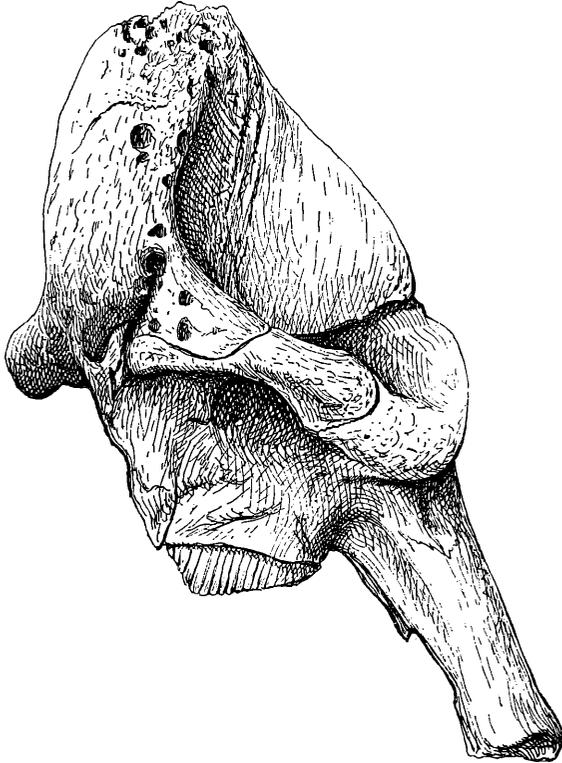


Fig. 6. Schädel eines *Elephas primigenius* Blum. von rechts gesehen. (Aus O. Abel, Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit, 1922, p. 30, Fig. 18.)

man den *M. temporalis* an dem Schädel und Unterkiefer des *Mastodon pentelici* rekonstruiert, so sieht man, daß der Muskel nicht in vertikaler Richtung von oben nach unten, sondern in schräger Richtung von hinten-oben nach unten-vorne verläuft. Diese Lage des *M. temporalis* stimmt mit der beim Schweine ziemlich überein. Die außerordentlich kleine Temporalgrube und dementsprechend die schwache Ausbildung des *M. temporalis* des *Mastodon pentelici* stimmen ebenfalls mit den Verhältnissen bei *Sus* gut überein.

Betrachten wir nun den Molarenbau des *Mastodon pentelici*, so erkennen wir, daß er hochgradig suidenförmig ist; SCHLESINGER hat diesen Zahntypus choerodont genannt. Zahnform und Umriß des ganzen Gebisses sind sehr schweineähnlich; nur ist die Höckerbildung stärker und sind die Höcker spitzer als bei den *Suidae*.

Von der Ausbildung des *M. masseter* des *Mastodon pentelici* können wir uns nur schwer eine verlässliche Vorstellung bilden. Aber immerhin scheint mir, daß der *M. masseter*, ähnlich dem der *Suidae*, recht stark ausgebildet war, da der Jochbogen, die Ursprungsstelle des *M. masseter*, ziemlich stark entwickelt ist und verhältnismäßig viel stärker ist als bei den Elefanten.

Aus den vorhergehenden Erörterungen können wir den Schluß ziehen, daß die Kaufunktion bei *M. pentelici* hauptsächlich im Zerkauen und zum geringen Teile auch im Zerquetschen von Wurzeln und weichen Pflanzenteilen bestand. Die Meinung von SCHLESINGER<sup>5)</sup>, daß die Molaren des *M. pentelici* „dem Zerquetschen und Zerreiben der weicheren Nahrungsteile vorzüglich dienten“, kann ich durchaus nicht teilen. Daß die hochgradigen Höckerzähne nicht zum Zerquetschen (Jochzähne, wie Tapir) und absolut nicht zum Zerreiben (Lamellenzähne, wie Elephas) geeignet sind und daß die weiche Nahrung nicht durch Zerreiben, sondern durch Kauen bzw. durch Zerquetschen zerkleinert wird, konnten wir bereits oben feststellen. Was die Kaubewegung der choerodonten Mastodonten betrifft, vollzieht sie sich wie beim Schwein hauptsächlich in vertikaler Richtung.

Wenn wir nunmehr den Schädel der lophodonten Formen, z. B. von *M. americanus* oder *Elephas primigenius* (Fig. 6), untersuchen, so sehen wir, daß die Temporalgrube außerordentlich groß und tief ist. Diese tiefe Temporalgrube weist darauf hin, daß der *M. temporalis* sehr stark ausgebildet war und die Temporalgrube vollständig ausfüllte. Wenn wir den *M. temporalis* am Schädel und Unterkiefer zu rekonstruieren versuchen, dann sehen wir, daß der Muskel in vertikaler Richtung verläuft wie bei den Elefanten. Was den *M. masseter* betrifft, so hat man von seiner Ausbildung noch keine genügende Vorstellung; aber er ist wahrscheinlich, ganz wie bei den Elefanten, viel schwächer ausgebildet gewesen als der *M. temporalis*.

Der Zahntypus der lophodonten Formen ist, wie bereits erwähnt, jochzahnförmig wie beim Tapir oder lamellenförmig wie bei Elephas. Zwischen den Jochen befinden sich keine Sperrhöcker.

Die Kaufunktion bestand bei diesen lophodonten Formen entsprechend dem Zahnbau und der Ausbildung der Kaumuskulatur, entweder im Zerquetschen oder im Zerreiben der Nahrung. Wie erwähnt, sind zum Zerquetschen der Nahrung Zwischenhöcker durchaus nicht notwendig. Was die Kaubewegung bei den lophodonten Mastodonten betrifft, so vollzog sie sich

<sup>5)</sup> G. SCHLESINGER: Die Mastodonten des Naturhist. Museums in Wien. Denkschriften des Naturhist. Museums, Wien u. Leipzig 1917, p. 222.

wie beim Tapir hauptsächlich in der Richtung nach vorn und rückwärts. Eine Schaukelbewegung, wie wir sie bei den Elephanten beobachten können, bestand aber, soweit man aus der Kaufläche der Mahlzähne erkennen kann, bei diesen Formen noch nicht. Hingegen ist diese Schaukelbewegung aber sowohl bei den Stegodonten (z. B. *Stegodon insignis* Falc. und *Stegodon Clifti*) als auch bei den fossilen Elephanten ganz gut zu beobachten, soweit man aus der Kaufläche der Molaren dies ersehen kann.

Zwischen den choerodonten und lophodonten Mastodonten liegen die bunodonten Mastodonten. Aus dem Zahnbau, der Kieferform und der Ausbildung der Temporalgrube kann man einigermaßen einen Analogieschluß ziehen, daß die Kaufunktion der bunodonten Mastodonten im Zerkauen, wie bei *Bunoloph. angustidens*, und im Zermahlen, wie bei *Bunoloph. longirostris* und *Bunoloph. arvernensis*, bestanden haben muß.

Was die Kaubewegung des *Dinotherium* anbelangt, so sei kurz erwähnt, daß sie wie beim Tapir und den lophodonten Mastodonten horizontal nach vor- und rückwärts, also parallel zur Schädelachse sich vollzieht, und daß sie dazu dient, die Nahrung zu zerquetschen.

Auf Grund einer paläobiologischen Analyse habe ich mit obigen Darlegungen die Verschiedenheiten der Kaufunktion innerhalb der Proboscidier aufzuzeigen versucht. Es wäre mir dies nicht möglich zu erweisen, wenn ich nicht von vielen Seiten Belehrung, Förderung und Anregung erfahren hätte.

Ich danke vor allem herzlichst meinem sehr verehrten Lehrer, Herrn Prof. O. ABEL, dafür, daß er mich mit dem Wesen und der Methode der Paläobiologie vertraut machte. Weiters danke ich Herrn Prof. O. ABEL für die stete Anteilnahme an dem Verlaufe meiner Arbeit sowie für die bereitwillige und liebenswürdige Unterstützung bei der Lösung schwieriger Fragen.

Besonderen Dank schulde ich auch Herrn Prof. J. VERSLUYS, der mir in liebenswürdiger Weise die Benützung der Säugetiersammlung des II. Zoolog. Instituts der Universität Wien gestattete.

Ferner bin ich den Herren Assistenten des Paläobiologischen Instituts, Herren Doz. Dr. K. EHRENBERG, Dr. O. SICKENBERG, und des II. Zoolog. Instituts, Herrn Dr. W. MARINELLI, wegen der Beschaffung der Literatur sowie auch wegen der Anteilnahme an dem Verlaufe meiner Arbeit zu großem Dank verpflichtet.

Ebenso möchte ich hier gerne Gelegenheit nehmen, dem Herrn Vorstand der geologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums, Herrn Hofrat Prof. Dr. F. X. SCHAFFER und Herrn Prof. J. PIA sowie Herrn Dr. FR. TRAUTH, für die Überlassung und Benützung des Materiales der geologischen Sammlung meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

### Literaturverzeichnis.

- ABEL, O., 1912: Grundzüge der Paläobiologie der Wirbeltiere. Stuttgart.  
— 1914: Die vorzeitlichen Säugetiere. Jena.  
— 1919: Die Stämme der Wirbeltiere. Berlin-Leipzig.  
— 1922: Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. (1. Aufl.) Jena.
- ANDREWS, C. W., 1906: Catalogue of the Tertiary Vertebrata of the Fayum Egypt. London.
- BREHM, A. E., 1915: Tierleben. Säugetiere, Bd. III.
- BOAS, J. E. V., u. PAULLI, SIMON: The Elephants Head. Pt. I, 1908; Pt. II, 1925. Copenhagen.
- EHRENBERG, K., 1927: Die Variabilität der Molaren des Höhlenbären. Paläontolog. Zeitschrift, Bd. IX, Heft 1/3.
- FLOWER, W. H., 1876: Osteology of the Mammalia. London.
- LUBOSCH, W., 1907: Universelle und spezialisierte Kaubewegungen der Säugetiere. Biolog. Zentralblatt, Bd. 27, Leipzig.
- MARTIN, P., 1904: Anatomie der Haustiere. Bd. II, Stuttgart.
- MATTHEW, W. D., 1910: The Phylogeny of the Felidae. Amer. Mus. Nat. Hist., New York, Bull. 28, Art. 26.
- POHLIG, H., 1911: Zur Osteology von Stegodon. Geol. und Paläontolog. Ergebn. der Trinil-Expedition, herausgegeben von L. Selenka und M. Blanckenhorn.
- SCHLESINGER, G., 1912: Studien über die Stammesgeschichte der Proboscidiern. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, Wien.  
— 1917: Die Mastodonten des Naturhist. Staatsmus. in Wien. Denkschriften des Naturhist. Staatsmus., Bd. I, Wien-Leipzig.  
— 1922: Die Mastodonten der Budapester Sammlung. Geologica Hungarica, Bd. II, fasc. I, Budapest.
- SOERGEL, W., 1921: Elephas Columbi Falconer. Geol. und Pal. Abhandlungen. Jena, N. Folge Bd. 14, Heft 1/2.
- WEBER, M., 1904: Die Säugetiere. Jena.
- WARREN, J. C., 1855: The Mastodon giganteus of North America. Boston.
- ZITTEL, KARL A. v., 1891/1893: Handbuch der Paläontologie. Bd. IV
-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Palaeobiologica](#)

Jahr/Year: 1929

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Chang Hsichih

Artikel/Article: [Die Funktion des Kauapparates bei den Proboscidiern.  
34-48](#)