

Figurenerklärung.

- Fig. 1. *Wagnerella borealis*, in toto.
 Fig. 2. Kopf und obere Stielpartie; stärker vergrößert.
 Fig. 3. Wachstum, Verdickung des Stieles, stärker vergrößert.
 Fig. 4. Geteilter Kopf, stärker vergrößert.
 Fig. 5. a) junges, b) altes Tier der dicken Generation, in toto, Vergrößerung wie Fig. 1.
 Fig. 6. Kopf und obere Stielpartie stärker vergrößert. Vergrößerung wie Fig. 2.

Über die Bewegungsbahn des Unterkiefers, insbesondere beim Menschen und bei den Nagetieren.

Von H. GANZER.

Zweck der vorliegenden Veröffentlichung ist, in erster Linie den Nachweis zu führen, daß die Artikulationsbewegung, d. h. die Bewegungsbahn des Unterkiefers während des Gebrauches beim Beißen und Kauen, bei den Nagetieren nicht den gegenwärtigen Beschreibungen entspricht.

Zur Beschreibung dieser Bewegungsbahn gehe ich aus von derjenigen beim Menschen und füge noch einige ergänzende Mitteilungen über diese hinzu.

1. Die Bewegung des Unterkiefers im allgemeinen und beim Menschen.

Die Bewegung des Unterkiefers richtet sich wie diejenige eines jeden andern beweglichen Knochens nach der jeweiligen Funktion. Wir haben also beim Unterkiefer zu unterscheiden zwischen den Bewegungen beim

- a) Sprechen
- b) Beißen
- c) Kauen.

Andererseits ist die Bewegung eine solche im Raume. Wir müssen sie also nach zwei Projektionsebenen analysieren, als welche einerseits die Sagittal- andererseits die Transversalebene gegeben sind.

Die Literatur kann ich an dieser Stelle übergehen unter Hinweis auf die kürzlich über diesen Gegenstand erschienene Arbeit GYSI, der die einschlägige Literatur zusammenstellt.

Wenn auch GYSI Arbeit für den praktischen Endzweck, den sie hat, eine hervorragende Förderung gebracht hat, so hatten ihr doch zwei Fehler an. GYSI registriert die Bewegung der Condylen und einzelner Punkte des Kiefers; aber während die Bewegung selbst im Raume liegt, gleitet der Registrierstift auf Ebenen, was

Fehler bedingt, die praktisch ohne jede Bedeutung, aber wissenschaftlich doch nicht ganz zu vernachlässigen sind. Andererseits betrachtet und registriert er bei der seitlichen Kaubewegung diese nur so weit, als die Zähne einander berühren, was ebenfalls dem praktischen Zwecke vollkommen genügt, aber doch kein geschlossenes Bild der Bewegung selbst gibt.

Auf den Bau des Kiefergelenkes brauche ich nicht weiter einzugehen. Die Bewegung möge, wie gesagt, nach ihrer Projektion auf die Sagittal- resp. Transversalebene betrachtet werden. Bewegungen in der Sagittalebene finden statt beim Sprechen und Beißen; in der Transversalebene und in beiden beim Kauen.

Beim Öffnen des Mundes erfolgt zunächst eine Drehung des Kiefers um eine Horizontalachse, die einigermaßen durch den Mittelpunkt der Condylen verläuft. Sie gestattet dem Munde eine Öffnung, bis die Schneiden der oberen und unteren Schneidezähne etwa in gleicher Höhe liegen.¹⁾ Dieser Grad der Öffnung genügt und erfolgt beim gewöhnlichen Sprechen und beim Trinken. Bei diesen beiden Funktionen findet also die einfachste, eine ginglymische Bewegung des Kiefers statt. Einzelne Punkte desselben beschreiben bei dieser Bewegung in der Sagittalebene Kreise.

Ist eine weitere Öffnung des Mundes erforderlich, so nimmt die Drehung um die Condylenachse zu, gleichzeitig aber gleitet der Condylus auf das Tuberculum articulare. Diese Bewegung findet statt beim lauten Sprechen, Singen etc. und beim Beißen; es ist eine kombinierte Bewegung, bei welcher einzelne Punkte des Kiefers nicht mehr Kreise, sondern ellipsen- oder parabelartige Kurven in der Sagittalebene beschreiben. Ob es Ellipsen oder Parabeln sind, lasse ich dahingestellt. Diese Kurven dürften ebenso wenig wie irgend etwas anderes in der Natur mathematisch genau sein.

Dies sind die beiden relativ einfachen Bewegungsformen des Unterkiefers. Bei ihnen beschreibt jeder Punkt des Kiefers Kurven nur in einer einzigen, nämlich in seiner Sagittalebene.

Beim Kauen findet eine komplizierte Bewegung statt. Die Bewegungsbahn eines jeden Punktes findet im Raume statt und läßt sich nach der Projektion auf die Sagittal- resp. Transversalebene analysieren. Es kommen zwei Drehungsachsen in Betracht: eine horizontale, transversale, dieselbe wie bei den oben

¹⁾ Für die Beurteilung der ganzen Frage war mir Bedingung 1. Normal große und normal gebaute Kiefer. 2. Vollzählige und absolut gesunde Zähne. 3. Normale Zahnstellung. Nur, wenn alle drei Bedingungen erfüllt sind, kann man eine normale Kieferbewegung erwarten, was auch Gysi negativ beweist.

beschriebenen Kieferbewegungen und eine vertikale, welche aber in ihrem Verhältnis weder zum Oberkiefer noch zum Unterkiefer festliegt, sondern in jeder Phase der Kieferbewegung eine andere Lage einnimmt (s. u.).

Bisher wurde eine seitliche Ausladung des Kiefers nach links als eine Drehung um den linken, nach rechts um den rechten Condylus beschrieben. Gysi fand, daß diese Drehung durchaus nicht immer im Condylus selbst, sondern zum Teil um eine medialwärts gerichtete Achse, innerhalb der Condylen; zum Teil um eine distalwärts gerichtete Achse, außerhalb der Condylen stattfindet. Da nun aber Gysi für seine Untersuchungen vorwiegend Gebisse verwendet, die meinen oben gestellten Forderungen nicht entsprechen, sondern mehr oder weniger defekt sind, glaube ich nicht fehlzugehen, wenn ich vorläufig noch den Condylus selbst als Drehungsachse annehme, zumal er dem Durchschnittswert der Gysischen Beobachtungen entspricht.

Hat der Mensch ein Stück feste Speise abgebissen, oder führt er ein passendes Stück in den Mund ein, so schiebt er es mit der Zunge zwischen die Zähne der einen Seite, wobei gleichzeitig der Unterkiefer nach derselben Seite ausgeladen wird. Damit wird entschieden, ob der betreffende Mensch vorwiegend „links herum“ oder „rechts herum“ kaut. Als Beispiel möge der erste Fall dienen. Dann bewegt sich der Kiefer folgendermaßen:

Erste Phase: Alle Punkte oder kurz gesagt der Unterkiefer bewegt sich nach links unten unter gleichzeitiger Öffnung der Zahnreihen. Dabei dreht er sich einerseits um eine Vertikalachse, die durch den linken Condylus geht, andererseits um die Transversalachse, die durch die Zentren der beiden Condylen verläuft. Der rechte Condylus rutscht auf das Tuberculum articulare.

Zweite Phase: Rückkehr in die Ruhelage.

Dritte Phase: Entsprechend der ersten Phase eine Ausladung nach rechts unten.

Vierte Phase: Bei mehr oder weniger geöffneten Zahnreihen geht der Kiefer in die Stellung der ersten Phase über, um dann wieder in die Ruhelage (Okklusionsstellung) zurückzukehren.

Diese vierte Phase ist die interessanteste, denn die Drehung findet nicht mehr um eine einzelne Vertikalachse, sondern um eine Achsenserie statt.

Der Unterkiefer soll von rechts unten nach links unten verschoben werden. Im Beginn der Bewegung liegt also der rechte Condylus in der Fossa glenoidalis, der linke ruht auf dem Tuberculum. Beide sollen ihre relativen Lagen miteinander vertauschen.

Über die Bewegungsbahn des Unterkiefers, insbesondere beim Menschen usw. 159

In derselben Zeit aber, wo der rechte Condylus nach vorn geht, bewegt sich der linke nach hinten. Im ersten Beginn der Bewegung liegt die vertikale Drehungsachse im rechten Condylus, in dem Augenblick, wo die Mitte der oberen Schneidezähne über der Mitte der unteren liegt, befindet sich die Vertikalachse in der Mitte zwischen beiden Condylen, denn die letzteren bewegen sich in diesem Augenblick gleichmäßig nach vorn resp. hinten. Zum Schluß der vierten Phase erfolgt die Drehung im linken Condylus. Die Vertikalachse ist also auf der Verbindungslinie zwischen beiden Condylen von rechts nach links hinüber gewandert. Da aber die Bewegung des Kiefers eine gleichförmige und keine ruckweise ist, so muß auch die Wanderung der Achse gleichförmig erfolgen. Sie bewegt sich wie das Schiffehen eines Webstuhles hin und her.

Während der beschriebenen Kaubewegung des Unterkiefers beschreibt dieser in seiner Projektion auf die Frontalebene unter normalen Verhältnissen einen Kreis.

Die gesamte Kaubewegung des Menschen läßt sich leicht studieren mit Hilfe eines Apparates, der aus Metallüberkappungen der Ober- und Unterzähne besteht; wenn an diesen in der Medianebene ca. 50 cm lange Stäbe angebracht sind, so kann man an dem hierdurch erzielten größeren Ausschlag die Bewegung des Kiefers gut beobachten; man kann auch die Stäbe mit einer Schreibvorrichtung versehen und damit die Bewegung, auf verschiedene Ebenen projiziert, aufzeichnen.

Wenn nun der Mensch bei der Kautätigkeit mit den einzelnen Punkten seines Unterkiefers in der Frontalebene Kreise beschreibt, so steht er hiermit in der Mitte der Tierreihe: Auf der einen Seite davon stehen die Carnivora, die ja nur eine ginglymische Bewegungsmöglichkeit des Unterkiefers besitzen; bei ihnen fällt der Kreis zu einer senkrecht stehenden Linie zusammen. Auf der anderen Seite stehen die Wiederkäuer und Nagetiere, so daß hiernach folgender Übergang aufzustellen ist:

Carnivora: senkrecht stehende, gerade Linie.

Affen: senkrecht stehende Ellipse.

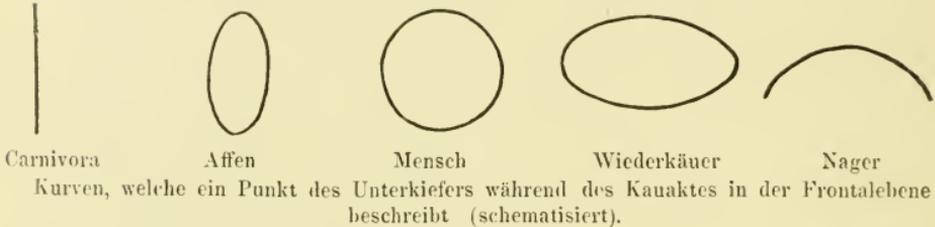
Mensch: Kreis.

Wiederkäuer: wagerecht liegende Ellipse.

Nagetiere: wagerecht liegende, gebogene Linie (s. u.).

Bedingt wird zum großen Teil die Form dieser Kurven durch die Stellung und Größe der Zähne, insonderheit der Eckzähne.

Hier mag auch der Ort sein, Stellung zu nehmen zu der Frage der Bedeutung, welche das Vorrutschen des Condylus auf das Tuberculum articulare hat.



HYRTL sagt darüber folgendes: „Da beim Aufsperrn des Mundes der Gelenkkopf des Unterkiefers nach vorn auf das Tuberculum, der Winkel aber nach hinten geht (wie man sich leicht am eigenen Kinnbacken mit dem Finger überzeugen kann), so muß in der senkrechten Achse des Astes ein Punkt liegen, welcher bei dieser Bewegung seine Lage nicht ändert. Dieser Punkt entspricht dem Foramen maxillare internum. Man sieht wie klug die Lage dieses Loches von der Natur gewählt wurde, da nur durch die Wahl eines solchen Ortes Zerrungen der in das genannte Loch eintretenden Nerven und Gefäße bei den Kaubewegungen vermieden werden konnten.“ --

Diese Bemerkungen HYRTLS erwähne ich ihrer selbst wegen, trotzdem sie nicht von Tatsachen abgeleitet sind, denn der Ruhepunkt resp. wirkliche Drehpunkt oder besser die Drehungsachse des Unterkiefers beim weiten Öffnen des Mundes liegt außerhalb des Kiefers, beim geringen Öffnen, wie oben gesagt, in den Condylen. Man wird also nicht von einem Punkt sondern auch hier von einer Drehungskurve, so weit es sich um die Projektion auf die Sagittalebene handelt, sprechen müssen.

Eine Zerrung der Gefäße ist meines Erachtens hier ebenso wenig wie bei anderen Gelenken zu befürchten.

Das Vorrutschen des Unterkiefers bei der Öffnung des Mundes möchte ich vielmehr anders erklären. Es werden zwei Ziele erstrebt und erreicht:

Bei einem Kiefer mit ginglymischer Verbindung mit seinem Schädel (Eidechsen, Land- und Wasser-Carnivora) liegt das Kiefergelenk, hier der Drehpunkt, in der rückwärtigen Verlängerung der Zähne, d. h. ihrer Gesamtkaufläche. Der Kiefer öffnet sich daher wie das Maul einer gewöhnlichen Zange. Das ist vorteilhaft für das Ergreifen weicher Nahrung und ausreichend für deren oberflächliche Zerkleinerung.

Über die Bewegungsbahn des Unterkiefers, insbesondere beim Menschen usw. 161

Bei Tieren dagegen, die auf die mahlende Zerkleinerung von Gras, Körnern und Früchten angewiesen sind (Huftiere, Nager, Vierhänder etc.), sehen wir das Kiefergelenk im Winkel nach oben abgelenkt. Der Fehler, der bei ginglymischer Öffnung hier entstehen würde, indem die unteren Zähne zu weit nach hinten gezogen und den oberen nicht mehr so gegenüberstehen würden wie die Schneiden beim Maul einer Beißzange, wird ausgeglichen durch das Vorrutschen, und die wahre Drehungsachse wird auch hier einigermaßen in die rückwärtige Verlängerung der Gesamtkauflächen verlagert

Das ist der eine Zweck des Rutschens. Der andere ist folgender:

Das im Winkel abgelenkte Gelenk ermöglicht dem Unterkiefer durch das Vorrutschen nicht nur eine Drehung nach Art des Radius im Kreise, sondern vielmehr eine Kombination von Drehung mit Parallelverschiebung. Der Kiefer der letztgenannten Tiere öffnet sich also nicht nach Art einer gewöhnlichen Zange, sondern mehr wie eine Parallelzange. Damit ist ihm die Möglichkeit zu einer viel größeren Kraftentwicklung gegeben.

Während die Fleischfresser zuweilen eine gewisse Kraft anwenden, um Knochen zu zerbeißen, die aufzulösen dem Magen überlassen bleibt, sind die Pflanzenfresser darauf angewiesen, mit ihren Zähnen ihre Nahrung regelrecht zu zermalmern, und das erfordert einen dauernden, viel größeren Kraftaufwand.

Es ist also das Kiefergelenk, sein Bau und seine Bewegung durchaus der Nahrung und Lebensweise der Tiere angepaßt.

2. Die Bewegung des Unterkiefers bei den Nagetieren.

Die Kieferbewegung der Nagetiere wird allgemein als eine solche in longitudinaler Richtung ohne Transversalbewegung beschrieben. (CARUS u. GERSTÄCKER, CLAUS, HAYEK, KRAUSE, WEBER.) Den Leporiden wird allenfalls eine gewisse seitliche Ausladung eingeräumt (HILGENDORF).

Ausführlich habe ich die Literatur in meiner demnächst erscheinenden Arbeit über das Gebiß des Meerschweinchens berücksichtigt; ich begnüge mich hier mit einem Hinweis darauf.

Was ich dort vom Meerschweinchen sage, kann ich an dieser Stelle wohl auf die gesamte Gruppe der Nagetiere ausdehnen.

WEBER macht nach der von ihm zitierten Literatur einen Unterschied in der Kieferbewegung der simplicidentaten und duplicitentaten Nager. Jenen soll eine seitliche Bewegung des Unterkiefers unmöglich sein, beim Kauen sollen sie diesen in longitu-

dinaler Richtung, also von vorn nach hinten und umgekehrt hin und her schieben; den Duplicitäten soll eine seitliche Kieferbewegung auszuführen möglich sein.

Diese Beschreibung entspricht nicht den Tatsachen. Wir müssen auch bei den Nagern einen Unterschied in der Kieferbewegung je nach dem Zwecke machen zu dem sie stattfindet, also beim Beißen einerseits, beim Kauen andererseits. Daraus ergibt sich ein Unterschied der Kieferbewegung wohl aus der Lebensweise, nicht aber aus der Stellung im System.

Ein Vorrutschen, also eine Hinundherbewegung in longitudinaler Richtung findet bei den Nagern unter denselben Bedingungen statt wie beim Menschen, also beim Abbeißen oder was für sie dasselbe ist: beim Nagen. Mit der Bewegung in longitudinaler Richtung ist stets ein entsprechendes Öffnen und Schließen der Kiefer verbunden, wie es zum Abbeißen resp. Nagen notwendig ist.

Beim Kauen und Zerkleinern der Nahrung erfolgt bei allen Nagern, die mir lebend oder im Schädel zugänglich waren, eine ausgesprochene Transversalbewegung des Unterkiefers.

Allerdings ist die Kaubewegung einfacher als beim Menschen, den Wiederkäuern etc., denn ein Punkt des Unterkiefers beschreibt in der Frontalebene nicht einen Kreis oder eine Ellipse, sondern einen nach unten offenen Kreisbogen.

Die Fossa glenoidalis ist bei den Nagern keine nach hinten geschlossene Grube, sondern eine sagittal gerichtete Rinne; der Condylus dementsprechend eine sagittal gerichtete Walze, die meistens die Form eines Weizen- oder Reiskornes hat. Es ist dem einzelnen Condylus infolgedessen nur in wenigen Fällen und auch dann nur bis zu einem gewissen Grade eine Drehung in seiner Fossa glenoidalis möglich, im Gegensatz zum menschlichen Kiefer.

Dieser Umstand hat, wie es mir scheint, zu der irrigen Überzeugung geführt, daß auch dem Kiefer als ganzem eine Drehung in der Transversalebene nicht möglich sei.

Der einzelne Condylus rutscht allerdings während des Kauaktes nur in longitudinaler Richtung; aber in demselben Augenblick, wo der eine Condylus nach vorn geht, bewegt sich der andere nach hinten und umgekehrt, so daß eine pendelartige Bewegung entsteht, welche an das Zähneknirschen des Menschen erinnert. Man kann die Bewegung einigermaßen nachahmen, indem man den nach vorn vorgeschobenen Unterkiefer seitlich hin und her bewegt.

Über die Bewegungsbahn des Unterkiefers, insbesondere beim Menschen usw. 163

Wenn aber bei den Nagern gleichzeitig der eine Condylus vor-, der andere rückwärts sich bewegt, so muß die gemeinschaftliche vertikale Drehungsachse des ganzen Kiefers etwa in der Mitte zwischen beiden Condylen liegen. Um diese Achse drehen sich beim Kauen die einzelnen Punkte des Kiefers auf Kreisbahnen.

Dabei wird aktiv der Kiefer nicht geöffnet, sondern nur passiv die Backenzähne von einander entfernt. Während die Zähne der einen Seite auf einander schleifen, entfernen diejenigen der andern Seite sich von einander, um Nahrung zur Zerkleinerung zwischen sich aufzunehmen und umgekehrt. Der mechanische Grund dafür liegt in der Gestaltung des Kiefergelenkes, in der Form der Kiefer und in der Stellung der Zähne zu einander.

Beweise für die Richtigkeit dieser Angaben sind:

1. Die Beobachtung des lebenden Tieres. Man tut gut, am Unterkiefer eine Marke zu befestigen. Sogar beim Eichhörnchen und Biber, die doch hauptsächlich auf den Gebrauch ihrer Schneidezähne angewiesen sind, habe ich, soweit die Tiere kauten die beschriebene Seitenbewegung beobachtet.

2. Die leichte passive Beweglichkeit der Kiefer in dem angegebenen Sinne, während eine longitudinale Gleitbewegung schwer und unausgiebig resp. unmöglich auszuführen ist.

3. Die Schliffusuren.

a) der Schneidezähne. Die unteren Schneidezähne schleifen bei vielen Simplicidentaten und allen Duplicidentaten transversal verlaufende Rinnen aus ihren Antagonisten im Oberkiefer aus, was nur bei einer Drehung der ersteren um eine Achse möglich ist, denn sonst würden die unteren Zähne schabend wirken.

b) der Backenzähne. Diese zeigen besonders bei Duplicidentaten kreisförmige Usuren. Die Gesamtkaufläche ist auf Sagittalschnitten häufig gezackt, was jeglicher Longitudinalbewegung im Wege sein würde.

Die Bewegung des Unterkiefers der Nager wäre also kurz folgende:

1. Beim Beißen und Nagen wird der Kiefer bei Öffnung des Maules nach vorn geschoben; bei Schließung des Maules nach hinten gezogen.

2. Beim Kauen findet eine Knirschbewegung in transversaler Richtung statt. Eine Kaubewegung in longitudinaler Richtung besteht nicht. Die pendelartige Hinundherbewegung des Unterkiefers erzeugt den bekannten Eindruck des „Mummeln“.

Die Nagetiere verdienen also bei weitem nicht die isolierte Stellung im Tierreiche, welche ihnen wegen ihrer Bewegung des Unterkiefers allgemein angewiesen wird.

Literatur-Verzeichnis.

- CARUS u. GERSTÄCKER: Handbuch der Zoologie Bd. II. 1868.
 CLAUS: Lehrbuch der Zoologie.
 GYSI: Beitrag zum Artikulationsproblem Berlin 1908.
 HAYEK: Handbuch der Zoologie.
 HILGENDORF: Monatsberichte der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1865 pag. 673.
 HYRTL: Lehrbuch der Anatomie des Menschen.
 KRAUSE: Die Anatomie des Karinchens. Leipzig 1884.
 WEBER: Die Säugetiere. 1904.

Bemerkungen zur Fischfauna des nördlichen Njassa-Gebietes: einige neue Arten aus den Gattungen *Barbus* und *Synodontis* und Beiträge zur Systematik der Gattung *Clarias*.

VON LUDWIG KEILHACK.

Das Material ist in den Jahren 1899 und 1900 von Oberstabsarzt Prof. Dr. FÜLLEBORN im Njassa-See und seinen Zuflüssen im nördlichen Njassa-Gebiet gesammelt. Die Bearbeitung der *Mormyridae*, *Characinidae*, *Anguillidae*, *Cyprinidae* und *Siluridae* (22 Arten und 3 Varietäten) ist vollendet; ausführliche Mitteilungen werden an anderer Stelle erfolgen.

1) *Barbus litamba* n. sp.

Körperhöhe, 3,6 mal in der Länge. Kopflänge $3\frac{1}{5}$ mal. Schnauze abgerundet, kurz, vom Unterkiefer stark überragt, ebenso lang wie das Auge. Rückenrand des Kopfes schwach konkav. Auge sehr groß, $4\frac{2}{3}$ mal in der Kopflänge enthalten, Interorbitalweite $2\frac{3}{4}$ mal. Maul schmal, schräg nach oben gerichtet, Maulweite $3\frac{1}{2}$ mal in der Kopflänge. Lippen sehr schwach entwickelt, auf die Seiten beschränkt. Hintere Barteln kürzer als der halbe Augendurchmesser, vordere fehlen. D. $\frac{3}{8}$, der 3. Strahl sehr kräftig, hinten stark gesägt (seine Länge kann ich leider nicht angeben, da die Spitze fehlt); der freie Rand der Flosse konkav; der Stachel ist von der Schnauzenspitze und C.-Basis gleich weit entfernt. A. III 5, der längste Strahl $2\frac{1}{2}$ mal in der Kopflänge. Die Basis der V. liegt vor der D. Schwanz-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [1908](#)

Autor(en)/Author(s): Ganzer H.

Artikel/Article: [Über die Bewegungsbahn des Unterkiefers, insbesondere beim Menschen und bei den Nagetieren 156-164](#)