

Figuren-Erklärung.

Tafel IV und V.

Entwicklung des Corpus nigrum bis zum Umbraculum bei Hyrax.

Tafel IV.

- Fig. 1. Pferd.
- Fig. 2. Wildesel.
- Fig. 3. Zebu.

Tafel V.

- Fig. 1. Ziege.
- Fig. 2. Gazelle.
- Fig. 3. Lama.
- Fig. 4. Kamel.
- Fig. 5. *Hyrax dorsalis*.
- Fig. 6. *Hyrax capensis*.

Tafel VI.

Pecten bei Säugetieren und Apteryx.

Über die Wirbelsäule des Schimpansen.

Von HANS VIRCHOW.

Eine zufällige Veranlassung brachte mich dazu, mir die Wirbelsäule des Schimpansen genauer anzusehen, nämlich die Gelegenheit, die Rückenmuskeln des Schimpansen „Soko“ des Berliner Zoologischen Gartens zu präparieren, worüber ich an a. O. berichtet habe (Arch. f. Anat. und Physiol. Anat. Abt. 1909). Knochen und Muskeln erläutern sich gegenseitig, und ich habe stets die Erfahrung gemacht, daß, wenn ich von der Präparation der Rückenmuskeln eines Tieres aus an dessen Wirbelsäule kam, mir vieles lebensvoll entgegentrat, was mir sonst ausdruckslos geblieben wäre.

Die Wirbelsäule war in diesem Falle nicht die des „Soko“ selber, welche damals noch nicht ausmaceriert war, sondern die eines Tschego aus Bipindi in Kamerun, No. 7536 aus der Coll. ZENKER, welche mir durch Herrn MATSCHIE zur Verfügung gestellt wurde.

Diese Wirbelsäule hatte nun allerdings zwei Schäden, welche die Untersuchung etwas beeinträchtigten: erstens war der 8. bis 10. Brustwirbel durch eine für die Größe des Tieres unverhältnismäßig voluminöse Kugel verletzt, wodurch eine Anzahl von Maßen unmöglich wurde; zweitens war die Vorderseite des 12. Bw. ganz niedrig und mit einer horizontalen Kerbe versehen, wahrscheinlich Folgen einer im frühen Kindesalter erlittenen Zusammenstauchung.

Die Erwägung ist nicht gänzlich abzuweisen, daß durch diese Störung eine Änderung der Haltung und des Muskelzuges hervorgerufen war, welche einen gewissen Einfluß auf die benachbarten Wirbel haben konnte.

Ich habe an dieser Säule einige Messungen gemacht.

Solche Zahlen sind natürlich zunächst nur Rohmaterial, aus welchem erst durch den Zusammenhang, in welchen es gebracht wird, etwas gemacht werden kann. Aber immer ist die Frage, in welchem Zusammenhang man es bringen, was und wie man vergleichen soll. Dies ist z. T. garnicht leicht zu sagen. Das Vergleichen hat doch immer nur den Zweck, zu einer weiteren Einsicht zu kommen, und zuweilen läuft der Vergleich einer Zahlenreihe mit einer anderen nur auf ein Spielen mit Zahlen hinaus. Deswegen muß man sich in dieser Hinsicht eine gewisse Zurückhaltung auferlegen und doch zunächst das Rohmaterial sammeln, damit bei weiterer Vermehrung derselben sich Beziehungen erkennen lassen.

A. Körper der Wirbel.

1. Maße.

Es ist gar nicht leicht zu sagen, wie man solche Maße am besten nehmen soll, da ja die Körper nicht mathematisch genau gestaltete Körper sind. Bei der Höhenmessung wurden an den Halswirbeln die an den oberen Endflächen seitlich ansitzenden Leisten nicht mit gerechnet. Die „Tiefe“, d. h. der sagittale Durchmesser wurde an den unteren Endflächen genommen. Die „Breite“ d. h. der frontale Durchmesser wurde gleichfalls an den unteren Endflächen genommen. Dabei ist für Tiefe und Breite in Betracht zu ziehen, daß die Körper unten voluminöser sind als oben, in dem Maße, daß an den Brustwirbeln sogar die untere Seite eines Körpers größer ist als die obere Seite des folgenden. Für die Breite ist außerdem noch in Betracht zu ziehen, daß an den Brustwirbeln als Meßpunkte die seitlichen Ränder der Gelenkpfannen für die Rippenköpfchen benutzt sind, welche seitlich hervorstehen, so daß dadurch das Maß vergrößert wird. An den Halswirbeln dagegen würde umgekehrt die Breite größer ausfallen, wenn sie an den oberen Flächen gemessen würde, wegen der oben schon erwähnten Leisten. — An dem 12. Bw. konnte die Höhe und Tiefe nicht bestimmt werden wegen der erwähnten Deformität; an dem 7. Bw. und 4. Lw. konnte die Höhe nicht genommen werden wegen Verlustes der Epiphysen; an dem 8. und 9. Bw. konnte die Breite nicht festgestellt werden wegen der Schußverletzung.

	Höhe	Tiefe	Breite
e. 2		11,8 mm	11 mm
- 3	11,1 mm	11,1 -	11,4 -
- 4	11,5 -	10 -	11,7 -
- 5	12,5 -	11,1 -	17 -
- 6	13,3 -	12 -	23,5 -
- 7	12 -	13,7 -	24 -
t. 1	11,5 -	14,5 -	27 -
- 2	14,8 -	15,2 -	28 -
- 3	15,5 -	16,4 -	28 -
- 4	15,7 -	17,3 -	27 -
- 5	15,2 -	18,3 -	26,3 -
- 6	15 -	18,6 -	27,4 -
- 7	— -	19,7 -	28,7 -
- 8	14,5 -	20,6 -	— -
- 9	15,5 -	22,2 -	— -
- 10	16,8 -	22 -	28,4 -
- 11	19 -	23,2 -	32 -
- 12	— -	— -	35 -
- 13	20 -	26,5 -	35 -
l. 1	20,4 -	27,2 -	36,1 -
- 2	21,2 -	27 -	36,5 -
- 3	21,6 -	26,2 -	37,7 -
- 4	— -	25,5 -	35,7 -

Diese Zahlen zeigen Folgendes:

Die Höhe der Körper nimmt bis zum 6. Hw. zu, dann aber bis zum 1. Bw. ab, darauf wieder zu, bleibt aber dann bis zum 9. Bw. konstant; hierauf folgt eine immer weitergehende Steigerung, so daß am Ende der 3. Lw. die doppelte Höhe hat wie der 3. Hw.

Die Tiefe, d. h. der sagittale Durchmesser, nimmt gegen die Mitte der Halswirbelsäule etwas ab, alsdann stetig zu und erreicht am Ende reichlich das Doppelte der ursprünglichen Größe.

Die Breite, d. h. der frontale Durchmesser, wächst schon am unteren Hals- und oberen Brustwirbel erheblich, bis über das Doppelte der ursprünglichen Größe, steigt dann ziemlich stetig weiter an und erreicht am Ende mehr als das Dreifache der ursprünglichen Größe.

2. Form.

Die oberen thorakalen Wirbelkörper haben nicht wie die menschlichen eine dreieckige, sondern mehr eine zylindrische Querschnittsfigur. Die untere Endfläche des letzten Lendenwirbels ist

nicht bohnenförmig sondern elliptisch. — Keilform, mit niedrigerer Vorderseite, findet sich am Körper des 1. bis 3. Lw.

3. Epiphysen der oberen und unteren Flächen der Körper.

Die Epiphysen am vorliegenden Exemplar an allen Wirbeln noch selbständig, sind nicht wie bei manchen Wirbeltieren scheiben-



Fig. 1. 1. Lendenwirbel von oben.

förmig, d. h. über die ganze Fläche ausgedehnt, sondern wie beim Menschen ringförmig.

4. Seitliche Leisten auf den oberen Endflächen der Halswirbel.

Wie beim Menschen, bei Affen und beim Känguru (*Macropus*) sind die oberen Endflächen der Körper der Halswirbel durch seitliche Leisten ausgezeichnet. Diese sind sogar sehr hoch.

Höhe der Leisten

c. 3	5,5 mm
- 4	3,5 -
- 5	3,5 -
- 6	4 -
- 7	5 -



Fig. 2. 3. Halswirbel von vorn.

Die beiden Leisten eines Wirbels sind nicht parallel sondern konvergieren nach hinten, insbesondere bei c. 3 und c. 7. Bei t. 1 sieht man noch eine Andeutung solcher Leisten.

B. Dornfortsätze

Die Länge der Dornfortsätze wurde in der Weise gemessen, daß der eine Arm der Schubleere an die hintere Wand des Wirbelloches, der andere an die Spitze des Dornes angelegt wurde.

Länge der Dornen

c. 2	11,8 mm
- 3	14,5 -
- 4	22,3 -
- 5	30 -
- 6	31,3 -
- 7	36 -
t. 1	37 -
- 2	36 -
- 3	33,7 -
- 4	35,3 -
- 5	38,2 -
- 6	38 -
- 7	36,3 -
- 8	35,7 -
- 9	34,2 -
- 10	33,5 -
- 11	29,7 -
- 12	27,3 -
- 13	29 -
l. 1	32,3 -
- 2	33,5 -
- 3	34,7 -
- 4	31,5 -
s. 1	22,5 -

Unter diesen Zahlen beanspruchen besonders diejenigen Interesse, welche sich auf die Halswirbel beziehen. Es ist bekannt, daß die Anthropoiden durch lange Halsdornen ausgezeichnet sind,



Fig. 3. 5. Halswirbel von der Seite.

doch findet sich ein wesentlicher Unterschied zwischen Gorilla und Schimpanse. Während beim Gorilla schon gleich der 3. Hw. einen sehr langen Dorn besitzt, ist dieser beim Schimpansen noch kürzer und zugleich dünn. Auch der vierte bleibt noch zurück, und erst der fünfte erreicht eine erhebliche Länge. In welcher Weise sich das in der Muskulatur widerspiegelt, möge man in der zitierten Arbeit einsehen.

Die Dornen an den Halswirbeln sind nicht gespalten mit Ausnahme des Epistropheus. Am 1. Lw. ist der Dorn am dorsalen Ende erheblich erhöht; das gleiche ist in geringerem Grade auch beim 2. Lw. der Fall.

C. Bogen.

Ich möchte hier nur die rauhen Stellen erwähnen, welche sich an Halswirbeln an den Rückseiten der Bogen seitlich finden. Diese Rauigkeiten sind (bei dem vorliegenden Exemplar) auf den 5. und 6. Hw. beschränkt, also auf dieselben beiden Wirbel, an denen sie auch beim Menschen vorwiegend vorkommen. Sie stehen in Beziehung zu tiefen Bündeln des Halsteiles des Muse. transversospinalis (Multifidus).

D. Processus mamillares.

Diese Fortsätze, ohne die exzessive Größe wie bei vielen Säugtieren zu erreichen, übertreffen doch in bemerkenswerter Weise die gleichen Bildungen des Menschen. Sie sind am stärksten aus-

gebildet am 2. und 3. Lw., und zwar in Gestalt längsgerichteter Leisten, welche cranio-dorso-lateralwärts gewendet sind. Sie über-



Fig. 4. 2. Lendenwirbel von hinten.

ragen bedeutend die Gelenkflächen. Kräftig ist auch der Fortsatz am 4. Lw. Am 1. Lw. dagegen hat er nur die Gestalt einer zierlichen längsgestellten Leiste, und am 13. und 12. Bw. die einer cranialwärts gerichteten Spitze, von welcher sich Spuren noch an den nächsthöheren Wirbeln finden. Die Unabhängigkeit vom oberen Gelenkfortsatz tritt am 12. und 13. Bw. klar hervor.

E. Processus accessorii.

Diese Fortsätze sind wenig entwickelt, am besten am 13. Bw. und 1. Lw., andeutungsweise auch am 2. und 3. Lw. Trotz der geringen Ausbildung ist aber die Gestalt klar und ausdrucksvoll; sie stellt sich als eine scharfe sagittal gestellte Leiste dar, beim 1. Lw. 7 mm lang.

F. Gelenkfortsätze.

Ich muß die Angaben über die Gelenkfortsätze durch einige allgemeine Bemerkungen einleiten.

Die Bedeutung der Gelenkfortsätze innerhalb der Gesamtmechanik der Wirbelsäule ist bisher nicht mit völliger Sicherheit und Klarheit festgestellt worden; oder anders ausgedrückt, es ist nicht

ganz bestimmt ausgemacht, wie weit ein Gelenkfortsatz in seinen Einzelheiten (Gestalt, Lage u. s. w.) durch funktionelle Notwendigkeiten bestimmt ist. Als Zeugen führe ich einen Autor an, der sich sehr anhaltend mit dem Problem der Wirbelsäulenmechanik beschäftigt hat. HERM. VON MEYER sagt („Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengestütes“ Leipzig 1873 p. 209): „Ich habe viele Mühe darauf verwendet zu ermitteln, ob die Gestalt und Lage der Gelenkflächen auf den Processus obliqui die Bewegungsrichtungen der Wirbelsäule bestimmen können; ich habe indessen in dieser Beziehung kein brauchbares Ergebnis gewinnen können.“

Der Ursachen für die mangelhafte Einsicht gibt es mehrere. Die eine besteht darin, daß die Flächen zweier zusammenstoßender Gelenkfortsätze keineswegs immer kongruent sind. In früheren Zeiten aber, wo man es als eine apriorische Selbstverständlichkeit nahm, daß die beiden Flächen übereinstimmen müßten, und wo man gar nicht darauf kam, daß es auch anders sein könnte, obwohl man doch nur die Augen zu öffnen brauchte, um zu sehen, daß es tatsächlich sehr häufig anders ist, betrachteten die Untersucher die Gelenkfortsätze der Wirbelsäule als „schlecht gearbeitet“ und schenkten ihnen daher keine allzu große Beachtung.

Es ist aber weiter dem Umstande Rechnung zu tragen, daß bei der komplizierten Gestalt eines Wirbels, welcher so vielen Ansprüchen zu gleicher Zeit genügen soll, die Teile des Wirbels sich gegenseitig Konzessionen machen müssen, so daß von den einzelnen Teilen nicht sicher zu sagen ist, ob ihre funktionellen Beziehungen sich in ihrer Form klar und unbeeinflußt aussprechen. Ich möchte dies durch ein Beispiel erläutern, durch die Abstände der Gelenkfortsätze von rechts und links. Die Frage ist: besteht zwischen dem Abstand zweier Gelenkfortsätze und ihrer Funktion eine bestimmte bindende Beziehung, oder haben auf den Abstand andere Momente Einfluß. Es liegt sehr nahe, der Weite des Wirbelkanals und damit indirekt der Dicke des Rückenmarkes einen solchen Einfluß zuzuschreiben. Man würde dann sagen: dort wo das Rückenmark dick ist, also vor allem an der Halsanschwellung müssen die Bogen weit sein, und da die Gelenkfortsätze an den seitlichen Teilen der Bogen stehen, so müssen sie in diesem Falle weit von einander entfernt sein. Diese Betrachtung mag etwas Richtiges enthalten, aber sie ist jedenfalls nicht für alle Fälle bindend.

Man findet nämlich oft, daß die Gelenkfortsätze dadurch einander genähert sind, daß sie mehr auf den hinteren Umfang des

Bogens gerückt sind. Je näher sie aber bei einander stehen, um so freier muß die Beweglichkeit sein.

Eine starke Annäherung der Gelenkflächen trifft man z. B. beim Elefanten, wo die Flächen fast in der Mitte zusammenstoßen. Man muß also jedenfalls anerkennen, daß die Gelenkfortsätze mit Rücksicht auf die Weite ihrer Abstände durchaus nicht streng an die Bogen gebunden sind.

Ein drittes Moment, welches die Gelenkfortsätze nicht zu ihrem vollen Rechte hat kommen lassen, geht in letzter Linie zurück auf den Einfluß der morphologischen Betrachtungsweise. Nach dieser stellen die Wirbelkörper mit den Bandscheiben den in erster Linie wichtigen Abschnitt der Wirbelsäule dar, die Gelenkfortsätze dagegen eine sekundäre Einrichtung. Nun ist ja richtig, daß die Körpersäule mit den Bandscheiben genetisch das Primäre ist und man wird auch einräumen, daß sie ursprünglich auch in funktioneller Hinsicht weitaus den Vorrang hatte. Aber was ursprünglich war, kann sich doch im Laufe der Stammesentwicklung sehr wesentlich geändert haben, und bei den in Luft lebenden Tieren sind jedenfalls Belastungsverhältnisse hervorgetreten, mit denen die im Wasser lebenden und vom Wasser getragenen Fische noch gar nicht zu rechnen hatten. Im Anschluß daran können die Einzel-Anteile an der mechanischen Gesamtleistung der Wirbelsäule in veränderter Weise auf die verschiedenen Stücke des Wirbels verteilt worden sein, und es ist sogar nicht ausgeschlossen, daß die Gelenkfortsätze unter Umständen zu der Aufgabe des Tragens mit herangezogen werden können.

Diesen letzteren Gedanken habe ich erst sehr spät und zögernd aufgenommen, und ich möchte mich auch jetzt noch nicht bestimmt in dieser Richtung erklären. Aber angesichts der offenbar großen Schwierigkeiten des anatomischen Problems der Wirbelsäule müssen wir so verfahren, wie wir es bei schwierig zu lösenden Problemen immer machen, d. h. wir müssen uns alle Möglichkeiten vor Augen stellen und durch fortgesetzte Prüfung aus den Möglichkeiten die Wahrscheinlichkeiten und Gewißheiten herauszuholen versuchen.

Betrachten wir mit Rücksicht auf die angeregte Frage, d. h. die Frage, ob die Gelenkfortsätze an der Aufgabe des Tragens beteiligt sein können, den Menschen, so kann in aufrechter Haltung den Gelenkfortsätzen des Brust- und Lendenteiles der Wirbelsäule keine Beteiligung am Tragen zugesprochen werden, weil ihre Flächen senkrecht stehen; wohl aber kann denen des Halsteiles eine gewisse tragende Komponente zukommen, weil sie schräg stehen; denn je mehr sich die Stellung der Flächen der Horizon-

talen nähert, um so mehr sind sie geeignet zu tragen. Wird aber der menschliche Rumpf vorn übergeneigt, so kommen die Flächen der thoracalen Fortsätze in horizontale Lage, und damit ist an sich die Möglichkeit des Tragens gegeben. In der gleichen Lage finden sich die thoracalen Gelenkfortsätze der auf alle vier Extremitäten gestützten Säugetiere beständig.

Im Zusammenhange der vorstehenden Betrachtung ist ein Moment der Erwägung zu unterwerfen, nämlich die Größe der Gelenkfortsätze oder genauer gesagt: der von ihnen getragenen zum Kontakte dienenden Flächen. So lange die Gelenkfortsätze nur ihrer primären Aufgabe dienen, nämlich der Aufgabe, Hemmungsapparate bezw. Leitschienen zu sein, welche die Bewegung in bestimmten Richtungen einengen, dürfen wir im Hinblick auf die Ökonomie, die in Skelettbildungen allgemein beobachtet wird, erwarten, daß die in Kontakt tretenden Flächen nur so groß sind, als der Exkursion der Bewegung entspricht (abgesehen von dem Fall, daß die Gelenkflächen nicht auf besonderen ad hoc ausgebildeten Fortsätzen stehen, sondern auf den Bogen angeschliffen sind, in welchem Falle andere Erwägungen in Betracht zu ziehen sind). Fallen dagegen die Gelenkfortsätze bezw. deren Flächen durch besondere Größe auf, so gewinnt die Erwägung an Kraft, daß solchen Fortsätzen eine tragende Aufgabe zukommt.

Auf keinen Fall möchte ich mich der Meinung anschließen, daß in den Gelenkfortsätzen der Säugetiere unscharfe und ausdruckslose Gebilde vorliegen; ich möchte vielmehr glauben, daß wenn wir sie nicht vollkommen verstehen, dies an unserer mangelnden Einsicht und nicht an der Mangelhaftigkeit der anatomischen Einrichtung liegt. Wir werden daher versuchen müssen, unsere Erkenntnis zu steigern, indem wir in der Fülle der vorkommenden Formen suchen, um solche Beispiele herauszufinden, in welchen sich eine klare Zweckmäßigkeit offenbart.

Ein solcher Fall ist z. B. die bekannte Einrichtung der Schlangenhalswirbelsäule, welche seitliche Biegung als Hauptbewegung und daneben sagittale Biegung in nicht unerheblichem Maße gestattet, aber Drehung völlig ausschließt.

Auf ein zweites Beispiel, nämlich die Halssäule des Reihers, habe ich bei anderer Gelegenheit die Aufmerksamkeit gelenkt („Die Wirbelsäule des Löwen nach Form zusammengesetzt“, Diese Sitz.-Ber. Jg. 1907, p. 43—69).

Solche Fälle machen klar, daß wenn irgendwo eine bestimmte funktionelle Aufgabe stark und einseitig gestellt ist, dann auch

die anatomische Einrichtung schärfer geprägt und unserer Einsicht zugänglicher hervortritt.

Haben wir an solchen Beispielen die Beziehungen zwischen Gestalt und Funktion besser verstehen gelernt, dann mögen wir im Besitze dieser Einsicht auch an andere Wirbelsäulen herangehen.

Ich gehe nun zu den Gelenkfortsätzen der untersuchten Schimpansen-Wirbelsäule über.

1. Wechselwirbel.

Ich habe bei früherer Gelegenheit den Ausdruck „Wechselwirbel“ gebraucht, um einen kurzen und in die Augen fallenden Ausdruck zu haben, durch welchen bezeichnet werden kann, an welcher Stelle der Wirbelsäule der thoracale Typus in der Stellung der Gelenkfortsätze in den lumbalen wechselt. Dieser Wirbel ist bei dem untersuchten Schimpansen der 13. Bw., also der letzte rippentragende Wirbel. Darin gleicht also der Schimpanse dem Menschen, bei welchem der Wechselwirbel in der Regel durch den 12 Bw. gegeben ist.

Es sei hier nebenbei bemerkt, daß der Wechselwirbel nicht bei allen Tieren der letzte rippentragende ist. So fand ich ihn bei einem Känguru (*Macropus rufus*), welches gleichfalls 13 Rippen hatte, durch den 10. Bw. dargestellt.

Übrigens ist beim jungen menschlichen Kinde, worauf mich Herr Dr. BÖHM aufmerksam machte, der thoracale Typus bis ans untere Ende der Lendenwirbelsäule vorhanden, der lumbale Typus bildet sich also erst während des Kindesalters heraus.

2. Größen der Gelenkflächen.

Bei der Bestimmung der Größen der Gelenkflächen befindet man sich in einiger Verlegenheit. Einerseits muß man, da es sich doch um kleine Teile handelt, die Bestimmung nicht nur in Millimetern sondern in Bruchteilen von Millimetern ausführen, um das Unterscheidende zu bezeichnen; andererseits sind die Ränder der Flächen häufig unregelmäßig begrenzt, man kann sagen es fehlen an ihnen Stücke, so daß es schwer ist, die „eigentliche“ Größe zu finden.

Ich gebe für jede Gelenkfläche die „Länge“ d. h. den craniocaudalen Durchmesser und die „Breite“ d. h. den frontalen Durchmesser an. Die Maße beziehen sich auf die oberen (cranialen) Fortsätze.

		Längen		Breiten	
c.	3	7	mm	9,5	mm
-	4	9	-	9	-
-	5	9	-	11	-
-	6	9	-	10	-
-	7	8,5	-	9	-
t.	1	9	-	9	-
-	2	9	-	10,5	-
-	3	10	-	10	-
-	4	11	-	10	-
-	5	10	-	10	-
-	6	10	-	10	-
-	7	10	-	10	-
-	8	11	-	10	-
-	9	11	-	10	-
-	10	11	-	10,5	-
-	11	11	-	10	-
-	12	12	-	11	-
-	13	8	-	7	-
l.	1	11	-	10	-
-	2	12	-	11,5	-
-	3	12	-	11	-
-	4	11	-	11	-

Das Ergebnis dieser Zahlen kann man in die Worte fassen:
Die Gelenkflächen sind an allen Wirbeln nahezu gleich groß, und



Fig. 5. 13. Brustwirbel von hinten.

sie sind auch im allgemeinen ebenso breit wie lang, also rund; eine Ausnahme macht nur der 13. Bw., die geringe Größe seiner oberen Gelenkfläche hat jedoch irgend eine lokale Bedingung und ist sicher nicht auf eine Änderung der Bewegungsmöglichkeit an dieser Stelle zu beziehen.

3. Abstände der beiden Fortsätze eines Paares.

Um dieses Maß zu gewinnen, wurden jedesmal die Mittelpunkte des rechten und linken Gelenkfortsatzes eines Wirbels aufgesucht und die Entfernung gemessen.

Abstände der oberen Gelenkflächen	
c. 3	22,3 mm
- 4	27,1 -
- 5	28,8 -
- 6	28,8 -
- 7	26 -
t. 1	24,4 -
- 2	22,6 -
- 3	19,6 -
- 4	17,1 -
- 5	17,1 -
- 6	17 -
- 7	16,8 -
- 8	17 -
- 9	17 -
- 10	zerschossen
- 11	19 -
- 12	20,5 -
- 13	19,2 -
l. 1	25 -
- 2	25 -
- 3	24,2 -
- 4	24,7 -

Es zeigt sich also hierin, daß der Abstand bereits am 3. Hw. groß ist, verglichen mit den Brustwirbeln, daß er aber doch noch stark ansteigt bis zum 5. und 6. Hw., an denen er überhaupt das Maximum erreicht. Dann sinkt er bis zu t. 4, bleibt bis zu t. 9 konstant und steigt wieder etwas an den unteren Brustwirbeln. Die Maße für die Lendenwirbel sind wegen der geänderten Stellung nicht direkt vergleichbar; sie sind übrigens unter einander ziemlich gleich.

Auf dieses Maß können sicher mehrere Umstände Einfluß haben. Unter ihnen spielt im vorliegenden Falle die Breite der Körper eine geringe oder gar keine Rolle. Das tritt mit großer Deutlichkeit zu Tage, wenn man beide Zahlenreihen, die für die Körperbreiten und die für die Abstände der Gelenkfortsätze neben einander stellt. Um es noch anschaulicher zu machen, habe ich die Maße für die Abstände der Gelenkfortsätze umgerechnet, indem ich jedesmal die entsprechende Körperbreite auf 100 brachte. Dies ergibt dann die folgenden Verhältniszahlen für die Abstände der Gelenkfortsätze:

		Abstände der Gelenkfortsätze, umgerechnet.
e.	3	194,7
-	4	231,6
-	5	169,4
-	6	122,5
-	7	101,3
t.	1	90,4
-	2	80,7
-	3	70,0
-	4	63,0
-	5	65,0
-	6	62,0
-	7	58,5
-	8	} nicht bestimmbar
-	9	
-	10	
-	11	59,4
-	12	58,6
-	13	54,8
<hr/>		
l.	1	69,2
-	2	68,5
-	3	64,2
-	4	69,2

Diese Reihe zeigt ihr Maximum beim 4. Hw. und ihr Minimum beim 13. Bw.; das letztere ist noch nicht der vierte Teil des ersteren.

Im vorliegenden Falle, d. h. beim Schimpansen, ist sicher die Weite des Foramen vertebrale am meisten bestimmend für den Abstand der Gelenkfortsätze. Daß dies aber nicht unter allen Umständen, d. h. bei allen Säugetieren der alleinbestimmende

Faktor sein kann, wurde schon hervorgehoben. Man muß daher daran denken, daß auch die mechanischen Aufgaben der Gelenkfortsätze selbst hierbei eine Rolle spielen, und muß diesem Momente nachgehen.

Dabei läßt sich nun ganz im allgemeinen sagen, daß die Gelenkfortsätze um so weniger bewegungshindernd sein werden, je näher sie der Medianebene stehen, je mehr sie also einander genähert sind.

Allerdings ist dieses Moment für sich allein noch nicht ausschlaggebend, sondern es kommt daneben auch noch auf die Stellung der Gelenkfortsätze bzw. der Gelenkflächen an. Wenn z. B. die Gelenkflächen ganz genau auf einem Kreisbogen stehen, so werden sie absolut nicht drehungshemmend wirken, gleichviel ob sie näher oder entfernter von der Medianebene sind. Aber wenn ihre Stellung auch nur etwas abweicht von der Stellung auf einem Kreisbogen, so müssen sie stärker drehungshemmend wirken, wenn sie weiter von einanderstehen.

Es schien mir auch von Interesse, die Längen der Radien mit den Längen der Gelenkfortsätze wenigstens für die Brustwirbel zu vergleichen. Unter „Radien“ verstehe ich dabei die Entfernung von der „Mitte der Bandscheibe“ bis zur Mitte der Gelenkfläche. Die Mitte der Bandscheibe ist dabei ein Punkt, welcher in der Medianebene liegt, aber nicht gleichweit vom vorderen und hinteren Rande des Wirbelkörpers, sondern dem hinteren Rande näher, dort, wo man die Mitte des Nucleus pulposus zu suchen hat. Dies läßt sich an einem Wirbelkörper auch nach der Maceration genau genug erkennen.

Längen der Radien Längen der Gelenkflächen

t.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	19	17,5	17,5	17,5	18	19	20	20	20	20	21	21	20
	mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	9	10	11	10	10	10	11	11	11	11	12	8
	mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(Die Radien müssen an den Unterseiten der Wirbel gemessen werden, weil die oberen Gelenkflächen rückwärts gewendet sind. Man

kann aber immer den Radius von der Unterseite des einen Körpers in Vergleich stellen zu der Gelenkfläche des oberen Fortsatzes des nächsten Wirbels, da dieser zu dem gleichen Gelenk gehört. So ist hier der Radius für t. 1 gemessen an der Unterseite von c. 7 u.s.w).

Der Vergleich beider Reihen zeigt, daß im vorliegenden Falle, d. h. beim Schimpanse, das Verhältnis von Länge des Radius und Größe (Länge) der Gelenkfläche im Brustteil der Wirbelsäule ziemlich konstant ist, nämlich so, daß die Länge des Radius etwa das Doppelte der Länge der Gelenkfläche ist. Eine Ausnahme findet sich nur bei t. 13 wegen der schon früher erwähnten geringen Größe der Gelenkfläche dieses Wirbels.

4. Winkel, welche die Gelenkflächen der rechten und linken Seite mit einander bilden.

Wenn man die beiden Gelenkflächen eines Fortsatzpaares bis zur Mittelebene weiterführt, so müssen sie hier unter einem Winkel zusammentreffen, vorausgesetzt, daß sie nicht auf einem Kreisbogen stehen oder auf einer Frontalebene bez. einer anderen Ebene, die auf der Medianebene rechtwinklig ist.

Ich habe diese Winkel mit Hilfe des Fürstschens Winkelmessers bestimmt.

Um zu erläutern, was mich zur Bestimmung dieser Winkel veranlaßt hat, muß ich einige Bemerkungen vorausschicken.

Wir teilen die Bewegungen der Wirbelsäule ein in flexorische und rotatorische, die ersteren wieder in sagittal flexorische und seitliche. — Es ist nun klar, daß die Drehbewegung völlig verhindert werden muß durch Stellung der Gelenkflächen auf Radien der Drehung, die Beugebewegung dagegen durch Stellung der Gelenkflächen auf Radien der Beugung. Das letztere wird nie beobachtet, das erstere dagegen sehr gewöhnlich, bald in reinerer bald in weniger reiner Form.

Gehen wir daraufhin die menschliche Wirbelsäule als das am besten bekannte bez. allein allgemeiner bekannte Beispiele durch:

An den Lendenwirbeln stehen die Gelenkflächen fast genau auf Radien der Drehung, jedenfalls so genau, daß sie Drehung völlig hemmen; sagittale Flexion dagegen ist bei der senkrechten Stellung der Fortsätze frei gestattet. Seitliche Flexion wäre, wenn die Gelenkfortsätze so scharf in einander gearbeitet wären, wie die Teile in einer Maschine der Technik, nicht möglich. Da aber der Schluß kein absoluter ist, und da die Gelenkknorpel kom-

pressibel sind, so ist seitliche Flexion in dem geringen Grade wie es überhaupt wegen der Bandscheiben sein kann, möglich, wenn auch nur unter Klemmen.

An den Brustwirbeln ist Drehung möglich, da die Gelenkflächen fast genau auf dem Kreisbogen der Drehung stehen. Die sagittale Flexion ist nicht gehindert und ebenso ist die frontale Flexion frei.

An den Halswirbeln, deren Gelenkflächen schief stehen, und zwar so, daß die oberen auf- und rückwärts, die unteren ab- und vorwärts schauen, ist die sagittale Flexion ungehindert, wenigstens nach vorn; bei der Rückbiegung müssen sich die Fortsätze des oberen Wirbels gegen die des unteren pressen und dadurch ein gewisses Abhebeln mit Dehnung der Bandscheiben stattfinden. Seitliche Biegung ist nur möglich, indem gleichzeitig ein gewisser Betrag von Drehung eintritt, denn da wie gesagt die Gelenkfortsätze schief stehen, so muß jedesmal auf der einen Seite der untere Fortsatz des oberen Wirbels auf dem oberen des unteren Wirbels rückwärts abgleiten, was einer Drehung gleich kommt. In der entsprechenden Weise muß sich auch mit der Drehung ein gewisser Betrag von seitlicher Flexion zwangsmäßig verbinden.

Hiervon ist besonders bemerkenswert, daß gerade an den Brustwirbeln die Gelenkfortsätze so gestellt sind, daß sie den Bewegungen am wenigsten hinderlich sind, daß sie vielmehr alle drei Arten der Bewegung gestatten. Diese Tatsache ist meines Wissens nie in dieser Form ausgesprochen worden, und sie konnte auch gar nicht erkannt werden, da der Brustteil der Wirbelsäule nach allgemeiner Ansicht am wenigsten dazu bestimmt ist, bewegt zu werden, ja nach der Meinung mancher überhaupt fast gänzlich unbeweglich ist. Es ist jedoch in Betracht zu ziehen, daß der Brustteil in Wahrheit nicht in dem Maße unbeweglich ist, wie man gemeinlich denkt; und außerdem kann es sehr gut sein, daß er durch die Verbindung mit den Rippen schon dermaßen gesichert ist, daß es einer Hemmung durch die Gelenkfortsätze nicht bedarf.

Die frontale Stellung der Gelenkflächen, welche man beim Menschen und bei den Säugetieren an den Brustwirbeln trifft, ist nun auch diejenige, welche bei den niederen landbewohnenden Wirbeltieren im ganzen Verlauf der Wirbelsäule getroffen wird und welche auch bei Reptilien in großer Ausdehnung vorkommt. Sie entspricht vollkommen der kriechenden Form der Fortbewegung, bei welcher die seitlichen Rumpfbewegungen die entscheidende Rolle spielen. Insofern kann man vielleicht sagen, daß an den Brustwirbeln des Menschen und der Säugetiere der primitive Typus

der Gelenkflächen erhalten ist, weil eine Notwendigkeit der Abänderung sich nicht geltend machte, daß dagegen am Hals- und am Lendentheil sich, den geänderten Beanspruchungen gemäß, eine Umwandlung vollzogen hat.

Indem ich nun die gefundenen Zahlen angebe, muß ich noch bemerken, daß eine absolute Zuverlässigkeit sich nicht erreichen läßt, weil viele der Flächen eine leichte Krümmung haben, und daher die Stangen des Meßinstrumentes sich nicht genau anlegen lassen.

		Winkel der Gelenkfortsätze	
c.	2 zu c. 3		91 ⁰
-	3 - - 4		129 ⁰
-	4 - - 5		151 ⁰
-	5 - - 6		160 ⁰
-	6 - - 7		164 ⁰
-	7 - t. 1		180 ⁰
<hr/>			
t.	1 - - 2		139,5 ⁰
-	2 - - 3		137 ⁰
-	3 - - 4		133 ⁰
-	4 - - 5		136,5 ⁰
-	5 - - 6		140 ⁰
-	6 - - 7		137 ⁰
-	7 - - 8		143 ⁰
-	8 - - 9		142 ⁰
-	9 - - 10		zerschossen
-	10 - - 11		141 ⁰
-	11 - - 12		144 ⁰
-	12 - - 13		144 ⁰
<hr/>			
-	13 - l. 1		103,5 ⁰
l.	1 - - 2		66,5 ⁰
-	2 - - 3		59 ⁰
-	3 - - 4		60 ⁰
-	4 - s. 1		44 ⁰

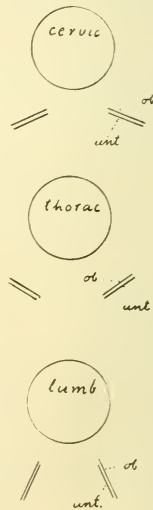


Fig. 6. Drei Schemata, um die Stellung der Gelenkfortsätze an der Hals-, Brust- und Lendensäule anschaulich zu machen.

Um unmittelbar verständlich zu machen bez. der Anschauung näher zu bringen, wie die Winkel zu verstehen sind, muß ich drei schematische Figuren begeben, welche jedesmal in ganz roher Weise einen Wirbelkörper von oben und dazu seinen oberen Gelenkfortsatz sowie den unteren Gelenkfortsatz des nächsthöheren Wirbels zeigen. Man ersieht aus diesen Figuren, daß beim Schimpansen die Gelenkflächen am Halsteile so stehen, daß sie sich,

bis zur Mittelebene verlängert, in einem nach hinten offenen Winkel schneiden; an den Brustwirbeln schneiden sie sich in einem nach vorn offenen und an den Lendenwirbeln wieder in einem nach hinten offenen Winkel. Ohne die Berücksichtigung dieses Umstandes würde man die Zahlenreihe nicht richtig verstehen. Wegen dieser wechselnden Stellung der Gelenkflächen war es auch nötig, die Messung am Halsteil an den unteren Fortsätzen, am Brustteil an den oberen Fortsätzen, am Lendentheil an den unteren Fortsätzen zu machen.

Wenn man versuchen will, in diesen Zahlen zu lesen mit derjenigen Vorsicht, welche durch die Unsicherheit der Methode geboten ist, und wenn man dabei zugleich den Vergleich mit dem Menschen anstellen will, so ergibt sich etwa folgendes:

a) An den Brustwirbeln ist Konstanz des Winkels anzunehmen. Derselbe beträgt im Mittel 140° ; d. h. jede der beiden Gelenkflächen, die rechte wie die linke, weicht um 20° von der frontalen Stellung ab. Die Flächen stehen dadurch noch mehr als beim Menschen auf dem Kreisbogen der Drehung und sind der Drehung noch günstiger.



Fig. 7. 7. Brustwirbel von oben.

b) An den Halswirbeln findet sich keine Konstanz; es ist vielmehr eine stetige und einsinnige Abänderung vorhanden, wobei am Anfang der Reihe der Winkel nur einen Rechten, am Ende da-

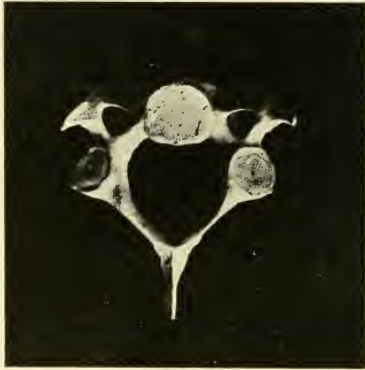


Fig. 8. 3. Halswirbel von unten.



Fig. 9. 1. Brustwirbel von oben.

gegen zwei Rechte bildet. Damit wird am Ende der Reihe dasjenige Verhältnis erreicht, welches für die menschliche Halswirbelsäule typisch ist, während am Anfange der Reihe annähernd die Stellung auf dem Radius der Drehung eingehalten wird, womit sich hier der Schimpanse den übrigen Säugetieren anschließt. Denn soweit mir bis jetzt bekannt, hat nur der Mensch eine solche Stellung der Gelenkflächen an der Halswirbelsäule, daß die Gelenkflächen, von rechts und links bis zur Mittellinie fortgeführt, in die gleiche Ebene fallen.

c) An den Lendenwirbeln findet sich gleichfalls keine Konstanz, sondern es ändert sich auch hier der Winkel vom Anfang bis zum Ende der Reihe erheblich. Es mag indessen sein, daß diese Unterschiede an den Lendenwirbeln ohne funktionelle Bedeutung und nur durch die sonstige Wirbelgestalt bedingt sind.

Am interessantesten sind unter diesen Verhältnissen jedenfalls die der Halswirbelsäule, wenn man dieselben mit denen des Menschen einerseits und mit denen sonstiger Säugetiere andererseits vergleicht. Beim Menschen ist, wie schon oben gesagt wurde, eine gewisse Drehfähigkeit in dem Halsteil vorhanden, während diese bei anderen Säugetieren fehlt. Es muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, größere Klarheit in diese Frage zu bringen. Ich möchte aber doch hier schon die Winkel von der Halssäule des Känguru (*Macropus rufus*) anführen. Zu größerer Anschaulichkeit setzte ich die Winkel des Schimpansen noch einmal daneben.

	Schimpanse <i>Macropus</i>	
c. 2 zu c. 3	91°	170°
- 3 - - 4	129°	135°
- 4 - - 5	151°	130°
- 5 - - 6	160°	120°
- 6 - - 7	164°	119°
- 7 - t. 1	180°	101°

Diese beiden Reihen zeigen eine entgegengesetzte Bewegung: beim Schimpansen ist der Winkel am oberen Ende klein und wächst nach unten; beim Känguru ist er anfänglich groß und nimmt nach unten hin ab. Dadurch ist beim Känguru der Wechsel vom Halstypus zum Brusttypus ein weit entschiedenerer.

5. Neigung der Gelenkflächen an den Halswirbeln.

Im Vorausgehenden war nur die Stellung der Gelenkflächen

mit Beziehung auf die Horizontalebene berücksichtigt, d. h. auf solche Ebenen, welche die Längsachsen der Wirbelkörper rechtwinklig schneiden. Es muß aber auch noch die Stellung der Gelenkflächen mit Beziehung auf die Längsrichtung der Wirbel in Betracht gezogen werden. Um an Bekanntes anzuknüpfen, verweise ich auf den Menschen. Bei diesem stehen bekanntlich die Gelenkflächen am Halse schief, in der Art, daß die oberen Flächen auf- und rückwärts, die unteren ab- und vorwärts gerichtet sind; im Brustteil entwickelt sich daraus allmählich eine völlig senkrechte Stellung.

Ich habe die Winkel für diese Stellung beim Schimpansen an den unteren Fortsätzen bestimmt.

	Neigungswinkel
e. 2	55°
- 3	31°
- 4	26°
- 5	33°
- 6	46°
- 7	70°

Die Reihe zeigt, daß die Neigung gegen den unteren Fortsatz des 4. Hw. oder — was dasselbe ist — gegen den oberen Fortsatz des 5. Hw. abnimmt und von da an wieder zunimmt, d. h. daß der untere Fortsatz des 4. bez. obere Fortsatz des 5. Bw. am steilsten steht. Ich vermag einstweilen die funktionelle Bedeutung dieser Verschiedenheiten nicht anzugeben, möchte aber nicht bezweifeln, daß eine solche vorhanden ist. Daß die Stellung der Gelenkfortsätze von eminenter Bedeutung ist für die Bewegungsmöglichkeiten der Wirbelsäule, zeigt beispielsweise die Halssäule des Reiher. Aber hier sind die Unterschiede auch so stark, daß sie der Analyse verh. leicht zugänglich sind. Lange und eingehende Beschäftigung mit Wirbelsäulen hat mich jedoch in der Überzeugung befestigt, daß es eine Reihe von Unterschieden gibt, welche so fein sind, daß sie noch nicht in unser Bewußtsein eingetreten sind, die aber doch Bedeutung haben. So wie wir in der Musik nicht nur den jähen Wechsel eines Fortissimo und Piano sondern auch die allmählichen Übergänge des Crescendo wahrnehmen, so können wir auch an den Apparaten der Wirbelsäule die feinen lokalen Unterschiede wahrnehmen lernen und hoffentlich mit der Zeit auch in ihrer Bedeutung verstehen.

G. Rippenpfannen.

a) An den Körpern.

Die Pfannen an den oberen Kanten der Körper sind wesentlich seitwärts, die an den unteren Kanten mehr abwärts gewendet. Die erste Rippe steht nicht nur auf dem ersten Bw. sondern auch auf dem letzten Hw. Die beiden letzten Rippen sind auf ihre Wirbel beschränkt, die 11. dagegen scheint den 10. Wirbel noch etwas mit zu benutzen.

b) An den Querfortsätzen.

Am stärksten gehöhlt sind die Pfannen am 2. und 3. Querfortsatz; hierin gleicht der Schimpanse dem Menschen und weicht von anderen Säugetieren ab. Flach sind die Pfannen vom 7. Bw. an. Am meisten gegen den unteren Rand des Querfortsatzes verschoben sind sie beim 3. und 4. Querfortsatz; gegen den oberen Rand verschoben vom 7. Bw. an. Die Verbindung der Rippe mit dem Querfortsatz fehlt nur am 13. Bw.

H. Atlas.

Der Querfortsatz des Atlas ist schwach entwickelt. Während hierin dieser Schimpanse dem Menschen gleicht, zeigt er in der Gestaltung der oberen Gelenkfläche eine gewisse Hinneigung zur tierischen Form. Diese Fläche ist nämlich nicht gleichmäßig ge-



Fig. 10. Atlas von oben.

wölbt, sondern am hinteren Ende stärker gekrümmt, aufgebogen, wenn auch nicht entfernt so stark wie es bei der Mehrzahl der Säugetiere zu beobachten ist. Übrigens ist die rechte und linke

Fläche asymmetrisch. Der Rand der rechten steht nämlich von der Medianebene nur 8 mm, der der linken dagegen 11 mm ab; die linke ist 16 mm, die rechte 14 mm lang.

Die hintere Ecke der Gelenkfläche ist durch eine starke Brücke mit dem hinteren Rande der Furche für die Arteria vertebralis verbunden, was bekanntlich als Variante beim Menschen nicht selten vorkommt.

Das Tuberculum anterius ist sehr stark entwickelt und caudalwärts gerichtet.

I. Epistropheus.

Auch der Epistropheus zeigt eine Mischung menschlicher und vom Menschen abweichender Charaktere. Durchaus menschlich ist der Zahn; derselbe ist gerade aufwärts gerichtet und sogar mit



Fig. 11. Epistropheus von der Seite.



Fig. 12. Epistropheus von vorn.

seiner Spitze leicht ventralwärts gebogen. Dagegen stehen die seitlichen Gelenkflächen sehr steil; sie bilden mit einander einen Winkel von 98° . Der Dornfortsatz ist gespalten, was um so mehr in die Augen fällt, als alle übrigen Halsdornen ungeteilt sind; beim Dorn des Epistropheus dagegen weichen die beiden Hörner sehr stark auseinander; der Abstand ihrer Spitzen beträgt 14,5 mm. Außer diesen beiden Hörnern zeigt der Dorn eine mediane sagittal gestellte Leiste.



Fig. 13. Kreuzbein und Steißbein von vorn.

K. Vordere Höcker der Querfortsätze der Halswirbel.

Solche sind nur am 5. und 6. Hw. ausgeprägt.

L. Sacrum.

Dieses soll hier nicht eingehend beschrieben werden. Es sei nur auf die lange schmale Gestalt dieses aus 5 Wirbeln gebildeten Knochens hingewiesen. Wenn sich auch das Kreuzbein lange nicht so weit von der menschlichen Form entfernt wie die Ossa coxae, so ist doch der Unterschied vom Menschen bedeutend. Die Wirbelcharaktere sind z. T. besser erhalten wie beim Menschen: der Processus mamillaris des 2. Sacralwirbels ist in Form einer scharfen Spitze sichtbar; die Crista sacralis media ist stark ausgeprägt. Der 1. und 2. Dorn sind in eine Spitze vereinigt, der dritte ist selbständig, der 4. und 5. sind zu einem flachen dicken Wulst zusammengezogen.

M. Steißbein.

Die Wirbelsäule zeigt nur drei Steißwirbel. Von diesen ist der erste mit dem Kreuzbein verwachsen, der zweite ist vom ersten getrennt, dagegen mit dem dritten verbunden.

Die Photos sind in der photographischen Lehranstalt des Lette-Vereins ausgeführt.

Die Verwandlungen der Insekten.

(Vorläufige Mitteilung).

VON CARL BÖRNER.

(Aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Dahlem-Berlin).

Mit dem Erscheinen der HEYMONSschen Studie¹⁾ über die verschiedenen Verwandlungsarten der Insekten schien die Theorie der Insekten-Metamorphose in ein neues Stadium gerückt zu sein. HEYMONS beschränkte nicht nur den Begriff der Metamorphose auf diejenigen Insekten, deren Verwandlung durch sekundäre Larvenstadien erfolgt, sondern er schuf auch nach dem Vorgange von BOAS²⁾ eine neue Grenze zwischen Hemi- und Holometabolen, indem er die Holometabolen-Nymphe mit der Ephemeriden-Subimago parallelisierte und damit zu beweisen suchte, daß sie ein modifi-

¹⁾ HEYMONS, R. Die verschiedenen Formen der Insekten-Metamorphose und ihre Bedeutung im Vergleich zur Metamorphose anderer Arthropoden. *Ergeb. Fortschr. Zool.* Bd. 1. Heft 1. 1907. p. 137-188.

²⁾ BOAS, J. E. V. Einige Bemerkungen über die Metamorphose der Insekten. *Zool. Jahrb.* Vol. 12. Abt. f. Syst. etc. 1899. p. 385-402. Taf. 20.

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: 1909

Band/Volume: [1909](#)

Autor(en)/Author(s): Virchow Hans

Artikel/Article: [Über die Wirbelsäule des Schimpansen 265-290](#)