

das von den christlichen! Abessiniern noch dazu in rohem Zustande genossen wird. Die „Berichte“ S. 8 sagen: „Es ist keine Übertreibung, wenn berichtet wird, daß ein Abessinier ein normales Exemplar der allerdings kleinen dortigen Schafart allein zu verzehren imstande ist.“ — Auch in Uganda kommt ähnliches vor. Dort sollen nach RATZEL, Völkerkunde II 241 manche Menschen „auf einem Sitz“ eine ganze Ziege verzehren. Zitiert nach dem Bericht von F. GOLDSTEIN in Globus Bd. 90 (1906) S. 344.

Die Viehzucht in Abessinien ist der Haupterwerbszweig. Der Ackerbau liegt noch sehr darnieder und ist sehr primitiv. Der abessinische Bauer beschränkt sich, teils weil ihm infolge der schlechten Wege der Absatz fehlt, teils infolge Steuerdrucks auf das Notwendigste bei der Aussaat, obwohl z. B. gerade Durra in den meisten Gegenden vorzüglich gedeiht. Die Länder der Somalikküste müssen aber ihren großen Bedarf an Durra aus Arabien und Aden beziehen. Über Djibuti geht jährlich für 300 000 - 350 000 Francs Durra ein, über Massaua für 500 000 bis 900 000 Francs.

---

## Die Wirbelsäule des Löwen, nach Form zusammengesetzt.

Von HANS VIRCHOW.

(Aus dem Referierabend am 18. März 1907.)

Ich werde mich im folgenden nicht ganz streng an den Titel dieser Arbeit halten. Ich werde einerseits auch über Form und Bewegungsmöglichkeiten einiger anderen Wirbelsäulen sprechen, andererseits nicht alles mitteilen, was über die Wirbelsäule des Löwen gesagt werden kann. Ich habe von letzterer hauptsächlich diejenigen Punkte untersucht, welche an den isolierten Wirbeln festgestellt werden mußten, weil sie nach der Zusammensetzung nicht mehr aufgenommen werden können; andere Verhältnisse, welche auch an der fertigen Säule gemessen werden können, mögen, wenn sich ein Bedarf herausstellt, später nachgeholt werden.

Das Präparat, wie es nunmehr vorliegt, stellt die Eigenform der Wirbelsäule eines Löwen vor, d. h. diejenige Form, welche die Säule besaß, nachdem die Muskeln und Rippen entfernt, aber ohne daß die Bänder verletzt waren; da jedoch an dem Präparat, als ich es erhielt, das Nackenband fehlte, so kommt der Einfluß des letzteren auf die Haltung des Halsteiles nicht zum Ausdruck.

Die Einzelheiten des Formverfahrens, bei dem ich mich der Hilfe eines Bildhauers, des Herrn ZEILER aus München, zu erfreuen hatte, mögen unerwähnt bleiben; um die lange, schmale und schwere Form gegen Verbiegung zu sichern, wurde eine Eisenstange eingelegt. Um die Knochen in der durch die Form festgehaltenen Lage zu fixieren, wurde durch den Instituts-Maschinisten WELCK ein Eisenband genau nach der Krümmung der Säule zurechtgehämmert. Die weiteren Arbeiten wurden durch den Diener KLATT ausgeführt; die einzelnen Wirbel wurden, während sie in der Form lagen, an das Eisenband angeschraubt, und die Zwischenräume zwischen Knochen und Band durch Blei ausgegossen. Die photographischen Aufnahmen sind durch Fräulein PLOOG gemacht.

Das Präparat ist das Ergebnis wochenlanger, mühsamer Arbeit, aber ich war von der Wichtigkeit einer solchen überzeugt, um zu gleicher Zeit ein wertvolles Demonstrationsobjekt und ein wichtiges Forschungsobjekt zu gewinnen.

Um die Tendenz meiner Bestrebungen verständlich zu machen, bemerke ich folgendes: Als ich vor 23 Jahren als Assistent nach Berlin kam, war ich von dem brennenden Wunsche erfüllt, einen Apparat zu besitzen, um die Rückenkrümmung des lebenden Menschen anschreiben zu können. Durch die verständnisvolle Bemühung eines feinfühligen Mechanikers, des damaligen Mechanikers am physiologischen Institut, des Herrn PFENL, ging dieser Wunsch nach 2 Jahren in Erfüllung. Der Apparat leistete, was er sollte, und ich stellte ihn damals in der medizinischen Gesellschaft vor. Aber ich sah auch aus den mit Hilfe desselben gemachten Anschreibungen, daß das Rückenproblem so kompliziert ist, daß es nur durch ganz intensive Arbeit gefördert werden kann. Da ich hierzu keine Zeit hatte, vielmehr durch den Unterricht auf ganz andere Arbeitsgebiete geführt wurde, so kam ich ganz von diesen Bestrebungen ab. Später wurde ich auf zwei Wegen wieder auf die Wirbelsäulenfrage zurückgeführt: durch die Herstellung von Skelettpräparaten nach Form und durch die Rückenmuskeln.

Skelettpräparate nach Form habe ich herstellen lassen von Fuß, Knie, Hand und Wirbelsäule; die drei ersteren Arten mit Hilfe des Gefrierverfahrens, solche von der Wirbelsäule ohne das letztere, weil es sich dafür aus mehreren Gründen nicht eignet. Ich habe an verschiedenen Stellen betont und tue es auch hier wieder, daß ich auf die Methode der Skelettpräparate nach Form ursprünglich nicht gekommen bin, um wissenschaftliche Fragen zu lösen, sondern um Demonstrationspräparate zu haben für den

Unterricht in der Anatomie für Künstler; um den Studierenden dieses Faches Abschnitte des Skelettes so vorführen zu können, wie sie wirklich im Körper liegen, ohne irgend eine Theorie. Nachdem aber die Präparate da waren, begannen sie selber zu erzählen und gaben Antwort auf Fragen, die zum großen Teil gar nicht gestellt waren, weder von mir noch von einem andern.

Die Rückenmuskeln, als ich mich so sehr in sie vertieft hatte, daß sie anhörten, nur Bild zu sein, und für mich Körper, Plastik wurden, zeigten eine Fülle von feinen lokalen Unterschieden, deren funktionelle Bedeutung ich zwar nicht verstand und zum großen Teil noch jetzt nicht verstehe, die aber eine solche sicher haben. Ich sagte mir, daß so feine Züge auch auf den Knochen geschrieben sein müssen; und als ich mit dieser Überzeugung an unsere Sammlung von Tierskeletten herantrat, erlebte ich eine Überraschung; Unterschiede, die ich sonst gar nicht gesehen haben würde, oder die mich doch als rein morphologische Tatsachen kalt gelassen hätten, traten mir in ihrer lebendigen Bedeutung vor Augen; ich empfand die schroffe Energie in der Wirbelsäule des Tigers im Gegensatz zu der sanften Welle in der des Delphins u. a. Ich vermutete, daß diese Eigentümlichkeiten noch in viel überzeugenderer Form zur Geltung kommen müßten bei einer richtigen Aufstellung der Skelette.

Meine Wünsche in dieser Richtung wurden in liebenswürdiger Weise durch die Direktion des zoologischen Gartens gefördert, und ich spreche Herrn HECK an dieser Stelle meinen Dank aus.

Es sind bisher nach Form zusammengesetzt die Wirbelsäule des Löwen, eines Macacus, zweier Füchse und einer *Herodias egretta*; Formen sind vorhanden von Zebra, *Zalophus californicus*, *Subulo nemorivagus*, *Ursus malayanus*, *Ursus arctos*, Flamingo.

Eine Ergänzung, welche notwendig ist, haben diese Skelettaufstellungen gefunden durch die Untersuchung der mechanischen Eigenschaften und Bewegungsmöglichkeiten, indem an den freipräparierten Wirbelsäulen probiert wurde, wie weit sie sich in sagittaler und frontaler Richtung biegen und wie weit sie sich drehen ließen; bzw. welche Widerstände sie diesen Bewegungen entgegensetzten. Ein derartiges Verfahren zur Feststellung der mechanischen Eigenschaften ist allerdings roh und provisorisch, und ich füge daher zu meiner Rechtfertigung folgendes hinzu: Seit mehr als 20 Jahren steht auf dem anatomischen Institut ein Fernrohr, welches damals auf Rat des verstorbenen Physikers des Herrn ARTHUR KÖNIG angeschafft wurde, weil ich wünschte, die mechanischen Faktoren in der menschlichen Wirbelsäule von Wirbel

zu Wirbel durch Druck- und Zugbelastung festzustellen. Diese Arbeit ist damals nicht gemacht worden, und es ist vielleicht auch jetzt noch zu früh für dieselbe. Aber sie wird irgend einmal von irgend jemand gemacht werden, und erst dann wird man von einer exakten physikalischen Grundlage für die mechanische Betrachtung der Wirbelsäule sprechen können. Ich führe dies nur an, um zu sagen, daß ich mir selbst dessen wohl bewußt bin, daß das einfache Biegen etwas Rohes ist; aber es gibt immerhin wichtige Aufschlüsse.

#### Bewegungsmöglichkeiten an den Wirbelsäulen einiger Wirbeltiere.

1. Löwe. — Innerhalb des Halsteiles ist die dorsale Biegung recht ausgiebig, die ventrale fehlt fast gänzlich; seitliche Biegung ist vorhanden, wenn auch lange nicht so ausgiebig wie am Brustteil; Drehung scheint in Spur vorzuliegen. Der Brustteil zeigt die freieste Beweglichkeit, vor allem ist die seitliche Bewegung reichlich; die Drehung an den einzelnen Wirbelverbindungen ist sehr deutlich. Der Lendentheil ist fast unbeweglich; Drehung fehlt an ihm völlig; bei dem Versuch einer sagittalen Biegung fühlt man einen charakteristischen starken Widerstand wie den einer steifen Feder, d. h. es ist zwar keine Starrheit aber doch auch keine eigentliche Beweglichkeit vorhanden. Ähnlich ist es mit der seitlichen Biegung.

Bemerkung. — Das Tier war ein alter Berberlöwe, der lange im Garten gehalten war. — Die Versteifung der Halssäule gegen ventrale Abbiegung macht diese geeignet, der Belastung des Kopfes durch eine schwere Beute, welche wegzuschleppen ist, zu widerstehen. Die fast völlige Unbeweglichkeit der Lendensäule macht diese zu einem festen Widerlager für die vordere Körperhälfte geeignet.

2. Fuchs. — Die Stelle der stärksten ventralen Biegung fällt auf den 13. Brustwirbel. Die Stelle der stärksten seitlichen Biegung fällt in das Ende der Halssäule.

3. Malaien-Bär (*Ursus malayanus*). — Die Beweglichkeit in der Halssäule ist weit geringer wie erwartet, dagegen ist die sagittale Biegung im Atlas-Hinterhaupt-Gelenk enorm. Drehung ist nur im Atlas-Epistropheus-Gelenk vorhanden. Die Halswirbelsäule ist an der ventralen Seite konkav. Die Brustsäule stellt den beweglichsten Teil der Wirbelsäule dar, und zwar nach oben hin zunehmend; die seitliche Biegung ist besonders ausgiebig, die sagittale dagegen nicht sehr erheblich; die Drehung ist oben sehr deutlich, fehlt jedoch an den beiden letzten Brustwirbeln. An dem

Lendentheil ist die sagittale Biegung so wie beim Menschen, d. h. trotz hoher Bandscheiben ist der Widerstand bedeutend. Die seitliche Biegung ist ähulich. Drehung ausgeschlossen.

4. Brauner Bär (*Ursus arctos*). — Es war ein Tier, welches lange im Garten gehalten war und wegen Alters erschossen wurde. Dies mag bei der Beurteilung der Bewegungsmöglichkeiten von einiger Bedeutung sein. Ich erhielt von demselben die Wirbelsäule mit Stücken der Rippen und anscheinlichen Resten der Muskeln, jedoch ohne Kopf und Extremitäten. Von einem Nackenbande wurde nicht eine Spur bemerkt; man hätte dasselbe zwischen den Muskeln des Nackens sehen müssen, falls es vorhanden gewesen wäre.

In der Halssäule ist die sagittale Biegung nicht sehr erheblich, am ausgiebigsten noch an der Verbindung des 7. Halswirbels mit dem 1. Brustwirbel. Auch die seitliche Biegung ist ziemlich beschränkt. Drehung ausgeschlossen.

In der Brustwirbelsäule ist die seitliche Biegung wohl entwickelt, am stärksten in der Gegend des 5. und 6. Brustwirbels. Die sagittale Biegung ist nach der dorsalen Seite nur sehr schwach, ausgiebiger nach der ventralen Seite; übrigens ziemlich gleichmäßig verteilt. Die Drehung ist zwischen dem 1. Brustwirbel und letztem Halswirbel gleich Null; zwischen den beiden ersten Halswirbeln besteht von ihr eine kaum merkliche Spur; von der Verbindung zwischen dem 2. und 3. Brustwirbel an ist sie sehr deutlich bis zu der zwischen dem 10. und 11. Brustwirbel. An letztgenannter Verbindung wird der Widerstand gegen die Drehung größer, aber letztere ist doch noch völlig deutlich; in der nächsten Wirbelverbindung ist sie ganz geschwunden.

In der Lendensäule ist die sagittale Biegung gering und überhaupt nur gegen starken Widerstand zu Wege zu bringen; am ausgiebigsten ist sie in der Verbindung mit dem Kreuzbein. Seitliche Biegung ist gleichfalls gering und erschwert; Drehung ausgeschlossen.

Von diesen Bewegungsmöglichkeiten am interessantesten ist die in der Brustsäule beobachtete Drehung, weil sich ihr Vorkommen genau deckt mit dem der Rotatoren.

Ich fand von solchen Muskeln 9, und ich gebe hier die Maße derselben:

	Länge	Breite
1.	30 mm	18 mm
2.	32 „	15 „
3.	31 „	15 „

	Länge	Breite
4.	30 "	16 "
5.	29 "	17 "
6.	27 "	19 "
7.	24 "	24 "
8.	25 "	25 "
9.	25 "	22 "

Vom 2. Brustwirbel zum 1. geht genau in der gleichen Lagerung wie ein Rotator, also frontal, d. h. bei aufrechter Stellung des Tieres horizontal, ein starkes Band in der hinteren Wand der Gelenkkapsel. Ein ebensolches, aber schon schwächeres Band geht vom 1. Brustwirbel zum 7. Halswirbel. Schwächere Gelenkbänder von gleicher Richtung finden sich auch an den Halswirbeln.

THEILE, der Entdecker der Rotatoren, der diese Muskeln bei einem Berner Bären fand, gibt die Zahl derselben ebenso an und hebt auch die beiden Bänder an den obersten Brustwirbeln hervor.

Aus den obigen Maßen läßt sich zweierlei ablesen: erstens, daß die Breite und damit die Stärke der Rotatoren ziemlich gleichmäßig bis zum vorletzten zunimmt und zweitens, daß diese nicht dadurch aufhören, daß sie allmählich schwächer werden, sondern indem die Reihe an beiden Enden plötzlich abbricht. Die Gleichlagerung mit den Gelenkbändern weist deutlich auf die nahe Beziehung der Rotatoren zu den Gelenken hin; und die Tatsache, daß sie sich auf den Teil der Säule beschränken, der mit der Fähigkeit der Drehung ausgestattet ist, beweist unzweideutig ihre Bedeutung für diese Funktion. Damit braucht noch nicht gesagt zu sein, daß sie aktiv drehen, obwohl sie dies ihrer Stärke nach wohl könnten; sie mögen aber wohl hauptsächlich bei einer durch andere Faktoren herbeigeführten Drehung als „Gelenkschützer“ dämpfend und moderierend eingreifen, so wie dies auch von anderen Muskeln bekannt ist. Das augenfälligste und dadurch eigentlich klassische Beispiel dieser Muskelaufgabe ist der Popliteus, der Gehilfe des lateralen Seitenbandes am Kniegelenk.

5. Seelöwe (*Zalophus californianus*). — Diese Wirbelsäule, welche ich in Verbindung mit den Rippen und mit dem Brustbein erhielt, zeigte nach der Abnahme der Rippen gar keine Eigenform, sondern legte sich völlig flach. Während also sonst die Rippen an der Brustsäule ihren Halt finden, woraus man ungebührlicher Weise gemacht hat, daß die Brustwirbelsäule des Menschen als unbeweglich zu betrachten sei, so bekommt hier umgekehrt die

Brustsäule erst durch die Verbindung mit den Rippen ihre nach hinten gerichtete Konvexität. Nur an dem unteren Ende des Halses, an der Verbindung des 6. und 7. Wirbels, findet sich ein

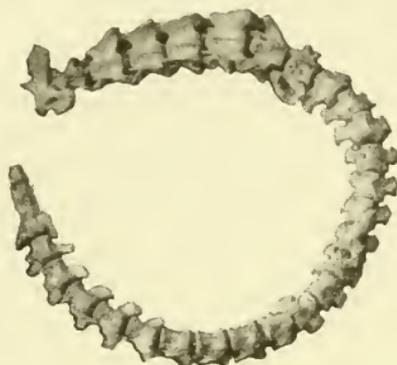


Fig. 1.

Die Wirbelsäule von *Zalophus californianus*, in der seitlichen Biegung, in welche sie sich leicht bringen ließ, als sie noch mit Bandscheiben und Bändern versehen war: in der Form liegend photographiert.

kleiner Buckel, indem der 6. mehr ventral gelegen ist. Infolge der übergroßen Beweglichkeit dieser Säule, welche sich auch in den geschmeidigen Bewegungen des lebenden Tieres im Wasser ausprägt, läßt sich die ganze Säule bei seitlicher Biegung ohne Widerstreben zum Ringe biegen, so daß der Atlas und das Schwanzende zusammenkommen, wobei aber im Hals die Biegung verhältnismäßig gering ist. Beim Aufheben der Säule mit Fixierung des vorderen und hinteren Endes hängt sie sich durch ihr eigenes Gewicht zum Halbringe aus, sowohl in ventraler wie in dorsaler Richtung. Bei der Drehung lassen sich annähernd 90 Grade erreichen, wobei aber die Drehung in der Halssäule fast gänzlich fehlt. Am stärksten ist dieselbe im oberen Teil der Brustsäule.

Bemerkung. — Die Wirbelsäule des Seelöwen zeigt, daß das im Wasser lebende Säugetier, da es von dem Medium getragen wird, gar keine Statik braucht und daß nur die Mechanik übrig bleibt. Soviel ich gesehen habe, kommen zwischen den Dornfortsätzen gar keine Ligamente vor, sondern nur eine ausgiebige Muskulatur.

6. Zebra. — Am Halse ist die starke sagittale Biegung nicht gleichmäßig auf alle Verbindungen verteilt, sondern findet sich ganz vorwiegend an der des 6. mit dem 7. Wirbel und an der des 7. mit dem 1. Brustwirbel. Am Thorax ist trotz niedriger Bandscheiben die seitliche Biegung in der isolierten Säule erheblich. — Ein besonderes Interesse bietet die *Articulatio atlanto-epi-*

strophica. Bei dieser sind die seitlichen Gelenke mit dem mittleren zu gemeinsamen Gelenkflächen verbunden. Der Zahn hat die Gestalt eines dicken oben flach gerundeten Zapfens, von welchem jedoch nur das vordere Stück, weniger als die Hälfte, vorhanden ist. Die seitlichen Flächen kommen an der Vorderseite der Basis des Zahnes ziemlich nahe zusammen und weichen mit ihren dorsalen Enden stark nach der kaudalen Seite zurück. Infolge dieses Umstandes ist die Divergenz zwischen der Gelenkfläche am Atlas und der am Epistropheus außerordentlich groß. Auch macht die schiefe Stellung der Gelenkfläche am Epistropheus im ersten Augenblick den Eindruck, als handle es sich um eine Schraube. Dies kann jedoch nicht sein, da bei der Schraube die Ebene der Mutter rechtwinklig zur Achse bleibt; hier dagegen, wo der Atlas die Mutter der Schraube abgeben würde, muß mit dem Rückwärtsgleiten der einen Hälfte desselben auf dem Epistropheus gleichzeitig die Ebene des Atlas schief gestellt werden, d. h. es kombiniert sich mit der Drehung eine Flexionsbewegung. Daß in dieser schiefen Bewegung etwas Typisches liegt, d. h. daß bei Drehbewegung die Spitze des Zahnes ihre mediane Stellung hinter dem Bogen des Atlas verliert und in eine seitliche Lage kommt, läßt sich schon der Gelenkfläche an der Rückseite des vorderen Bogens des Atlas ansehen. Dies ist nämlich nicht wie beim Menschen eine kleine Fläche, sondern sie ist breit von rechts nach links, und ihr kranialer Rand ist nicht gerade, sondern rechts und links nach vorn ausgebuchtet. In diese Buchten paßt genau die Spitze des Zahnes, wenn der Atlas nach rechts oder links dreht. — Auf diese Betrachtungen über die Artic. atlanto-epistroph. bin ich allerdings nur an den ausmazerierten Knochen gekommen.

7. *Subulo nemorivagus*. — Im Atlas-Hinterhaupt-Gelenk ist die sagittale Biegung excessiv, die seitliche Biegung ausgiebig, Drehung nicht vorhanden. Im Atlas-Epistropheus-Gelenk kommt außer der Rotation eine sehr starke sagittale Biegung aber keine seitliche Biegung vor. Die Bewegung und Haltung des Halses wird in ganz außerordentlicher Weise beeinflusst durch das Nackenband, da dieses bei allen Lagen bestrebt ist sich zu verkürzen. Dadurch werden bei der passiven Bewegung unerwartete Momente der Biegung und Drehung ausgelöst und die Bewegungen des Kopfes und Halses zu lebensvollen Gesamtbewegungen zusammengearbeitet. Das Band ist nicht auf den Hals beschränkt, sondern bis zum 7. Brustdorn frei ausgespannt und bis zum 8. deutlich isolierbar. Es befestigt sich breit bis an die dorsale Leiste des Epistropheus, und von diesem Teil desselben

tritt ein besonderer runder Strang, weit dorsal vom Atlas, welcher frei bleibt, an die *Protuberantia occipitalis externa*. Wird nun der Hals (passiv) ventralwärts gebogen, so hebt das Band den Kopf mit vorwärts gerichteter Schnauze, so wie er beim Brüllen gehalten wird, empor. Das Band setzt sich dermaßen der ventralen Biegung des Halses entgegen, daß Muskelaktion eher nötig zu sein scheint um den Kopf abwärts zu bringen, wie um ihn zu erheben. Bei (passiver) seitlicher Wendung des Halses zieht das Band den Kopf viel stärker zur Seite und veranlaßt eine Ausbiegung der ventralen Seite der Halswirbelsäule nach der entgegengesetzten Seite. Im übrigen ist die seitliche Biegung des Halsteiles erheblich; die sagittale nicht so stark wie ich erwartet hatte, sie scheint hauptsächlich am hinteren Ende der Halssäule zu liegen. Drehung ist anscheinend vorhanden, jedoch schwächer wie an der Brustsäule.

An der Brustsäule ist die seitliche Biegung sehr stark, nach vorn hier zunehmend; sagittale Biegung nicht unerheblich; Drehung sehr ausgeprägt.

An der Lendensäule ist die sagittale Biegung und ebenso die seitliche Biegung weit erheblicher wie beim Löwen und Bären, Drehung nicht vorhanden.

8. Biber. — In der *Articulatio atlanto-epistropheica* läßt sich auch hier, außer der Drehung, eine deutliche sagittale Flexion feststellen. An der übrigen Halssäule ist die sagittale Flexion vom 3. bis zum 6. Wirbel außerordentlich gering, wird ausgiebiger zwischen dem 6. und 7. und ist außerordentlich stark zwischen dem 7. Hals- und 1. Brustwirbel, jedoch nur in dorsaler Richtung. Die seitliche Biegung ist an den Halswirbeln annähernd gleich 0; selbst zwischen dem 7. Halswirbel und 1. Brustwirbel ist sie nicht so erheblich wie im obern Teil der Brustwirbelsäule. Drehung ist, abgesehen von dem Atlas-Epistropheus-Gelenk, nicht vorhanden.

Am Brustteil ist die Biegung ziemlich gleichmäßig in ganzer Ausdehnung vorhanden und ganz außerordentlich; fehlt selbst nicht im hintern Abschnitt der Brustsäule. Von dieser Biegungsfähigkeit macht das lebende Tier einen sehr ausgiebigen Gebrauch, wenn es auf den Hinterbeinen sitzt und mit den Vorderbeinen putzt. Die seitliche Biegung ist im vordern Teil der Brustsäule d. h. bis zum 10. Brustwirbel erheblich und gleichmäßig; hinter dem genannten Wirbel nimmt sie ab. Die Drehung ist sehr ausgeprägt, hauptsächlich an den vordersten Wirbeln, sie reicht bis zum 10., vielleicht bis zum 11. Brustwirbel.

Im Lendenteil ist die sagittale Biegung nicht unerheblich, ebenso die seitliche; Drehung fehlt. Im Schwanzteil ist die sagittale Biegung ausgiebig, die seitliche auffallenderweise ihr nahezu gleich; Drehung fehlt auch hier.

9. Flamingo. — Dieser Vogel besitzt eine unbewegliche Brustsäule und 18 bewegliche Halswirbel, von denen der erste ein winziger Atlas ist. Am Halse ist Rotation ausgeschlossen. Seitliche Bewegung ist in leichtem Grade möglich, doch gleitet bei dem Versuch, eine seitliche Biegung im Ganzen auszuführen, der Hals stets in sagittale Biegungen hinein. Die letzteren kommen also vorwiegend in Betracht, und sie verteilen sich in eigentümlicher Weise, indem Abschnitte des Halses nur ventralwärts, andere nur dorsalwärts gebogen werden können. Ersteres ist der Fall vom 2. bis zum 8. Wirbel und sodann an der Verbindung des 17. mit dem 18. und an der des 18. mit dem Brustteil; letzteres, d. h. die ausschließlich dorsale Biegung, vom 8. bis zum 17.

10. *Herodias egretta*. — Es bestehen hier analoge Verhältnisse wie bei dem eben genannten Vogel. Im vorderen Teil der Halssäule, bis zu der Verbindung des 5. mit dem 6. Halswirbel, ist nur ventrale Biegung möglich, von da an nur dorsale. Zwischen

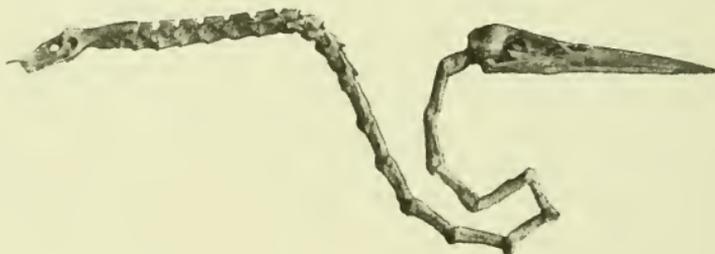


Fig. 2.

Wirbel von *Herodias egretta*, in der Form, welche vom frischen Präparat genommen war, liegend photographiert, um die verschiedene Biegungsart im Halse zu zeigen.

diesen beiden Abschnitten gibt es keinen Übergang, sondern die Änderung tritt ganz plötzlich ein. Sieht man nach, wie weit bei diesen Unterschieden Eigentümlichkeiten der Knochen in Betracht kommen, so findet sich, daß dabei nur die kranialen Enden der Wirbel eine Rolle spielen, während die kaudalen Enden an beiden Arten fast gleich sind. An den ersteren aber sind sowohl die Endflächen der Körper wie die Gelenkfortsätze der verschieden gestalteten Aufgabe angepaßt. An dem vorderen Ab-

schnitt, der ventrale Biegung zeigt, sind die Flächen auf den Körpern nach der ventralen Seite entwickelt, die Flächen auf den Gelenkfortsätzen sind fast quer gestellt und in dorso-ventraler Richtung ausgezogen. Sie sind dabei so weit ventralwärts verschoben, daß der dorsale Rand der Gelenkfläche der Mitte des Wirbelkanals entspricht und der ventrale fast mit dem ventralen Rande der Fläche auf dem Körper abschneidet. An dem andern



Fig. 3.

Zwei Halswirbel desselben Vogels, die cranialen Enden nach oben;  
a sechster, b siebenter.

Absehnitt der Halswirbelsäule dagegen, welcher dorsale Biegung zeigt, ist die Fläche auf dem Körper nach der dorsalen Seite entwickelt, und die Flächen auf den Gelenkfortsätzen sind sagittal gestellt und nicht nur dorsalwärts verschoben, sondern mit ihrem kaudalen Ende derart herumbogen, daß dieses Ende geradezu kaudalwärts gerichtet ist. Denkt man sich den oberen Gelenkfortsatz des 6. und den des 7. Halswirbels in einem Körper zusammengefaßt, so würde dieser einen Halbkreis beschreiben.

So eigenartig diese Verhältnisse der Halswirbelsäule von Vögeln auch sind, und so sehr sie auf den ersten Blick von denen des Menschen abzuweichen scheinen, so verdienen sie doch Beachtung nicht nur weil bei ihnen das Problem der sagittalen Biegung in so scharf ausgeprägter Weise zum Ausdruck kommt, sondern auch, weil bei genauerem Zusehen mehrere Analogien in dem Bau der Halswirbel des Menschen bestehen. Deswegen habe ich sie hier herangezogen.

#### Wirbelsäule des Löwen.

An der nach Form zusammengesetzten Säule sind einige Punkte hervorzuheben, die erst durch diese Art der Aufstellung sichtbar werden; andere Punkte würden zwar an sich an den isolierten

Wirbeln oder an einer in gewöhnlicher Weise ganz willkürlich zusammengesetzten Säule gesehen werden können; erregen aber doch die Aufmerksamkeit erst bei richtiger Aufstellung, weil sie erst dann Bedeutung gewinnen.

In die erste Gruppe gehören die Gesamtgestalt der Säule und die Abstände zwischen je zwei Wirbeln, aus welchen die Dicken der Bandscheiben abgeleitet werden können. Eine Bestimmung der Abstände habe ich jedoch nicht vorgenommen, lasse also in dieser Hinsicht eine Lücke.

Die Gestalt der Wirbelsäule des Löwen hat mich höchlich überrascht, und ich darf wohl aussprechen: Niemand würde, mit den isolierten Wirbeln in der Hand und ohne Form, sich die Gestalt so ausdenken, wie sie hier vorliegt. Sie ist dermaßen



Fig. 4.

Wirbelsäule des Löwen, nach Form zusammengesetzt.

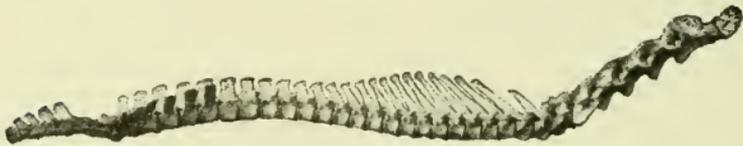


Fig. 5.

Wirbelsäule des Zebra, in Form liegend photographiert.

unerwartet, daß sich vielleicht bei jedem Beschauer Bedenken einstellen werden, nicht Bedenken kritischer Natur, welche auf einer genauen Überlegung beruhen, wohl aber Bedenken, welche auf dem Widerspruch zwischen dem Traditionellen und dem Neugefundenen beruhen. Aber man möge bedenken, daß die Schulterblätter bei den Katzen zu den Seiten des Rückens hoch emporstehen; daß das Fell sich wie eine ziemlich lose Decke von dem einen zum andern Schulterblattrande hinüberschlägt, und daß die Dornfortsätze in dieser Gegend sehr hoch sind, so daß man die Wirbelkörper viel weiter nach unten legen muß, als man es an den gewöhnlichen Skeletten zu tun pflegt. Ich behaupte übrigens nicht, daß die

Wirbelsäule eines Löwen bei irgend einer bestimmten Stellung des lebenden Tieres genau diese Form hat, sondern nur, daß dies die Eigenform der von Muskeln und Rippen befreiten Säule ist. Diese Eigenform muß natürlich durch alle auf sie einwirkenden mechanischen Einflüsse verändert werden, und sie wird dies um so leichter, je beweglicher die von solchen Einflüssen getroffenen Abschnitte sind. Aber sicher darf die Eigenform der Säule Interesse beanspruchen:

Die Gestalt von Brust- und Lendenteil zusammen in dieser Säule ist nun vor allem nicht, wie es gelegentlich von Vierfüßern behauptet worden ist, die eines einfachen gleichmäßig gebogenen Gewölbes, sondern sie weist an ihrer höchstgelegenen Stelle, welche von dem letzten Brust- und ersten Lendenwirbel eingenommen ist, eine verhältnismäßig starke Biegung, einen Buckel, auf, von welchem aus sie nach vorn und hinten abfällt. Der dahinter gelegene Teil, die Lendensäule, verläuft gerade gestreckt schief abwärts. Die Brustsäule läuft auch zunächst gerade gestreckt abwärts, geht dann aber vorn in ein leicht gebogenes Stück mit abwärts gerichteter Konvexität über, welches die vier vordersten Brustwirbel und den letzten Halswirbel umfaßt. Die an den Spitzen der Querfortsätze gelegenen Rippenpfannen nehmen an dieser Biegung nicht teil, sondern stehen bis vorne hin auf einer geraden Linie, so daß die vorderen Querfortsätze, auf die zugehörigen Körper bezogen, sehr weit ventral stehen.

Die Frage drängt sich auf, ob nicht dieser Buckel etwas Krankhaftes oder Abnormes oder doch Individuelles ist. Dafür spricht jedoch nichts. Vielmehr finden sich schon an den isolierten Wirbeln zwei Merkmale, welche beweisen, daß dieser Buckel normal ist: erstens ist die Form von fünf in dieser Gegend gelegenen Wirbelkörpern keilförmig, d. h. an der ventralen Seite kürzer wie an der dorsalen. Es sind dies die drei letzten Brust- und die zwei ersten Lendenwirbel, am ausgesprochensten die beiden letzten Brustwirbel. Zweitens ragen diejenigen Dornfortsätze, welche auf der Höhe des Buckels liegen, am wenigsten hervor, nämlich der des 12. Brust- und des 1. Lendenwirbels.

Das richtige Verständnis, die richtige Empfindung für diese eigentümliche Gestalt der Säule erhält man nur, wenn man sich gleichzeitig das vergegenwärtigt, was weiter oben von den Bewegungsmöglichkeiten gesagt ist. Hat man aber erst die Überzeugung gewonnen, daß dieser Buckel etwas der Löwensäule Zukommendes ist, so versteht man auch das Besondere, die eigenartige mechanische Bedeutung dieser Gestalt. Es prägt sich darin

mit größerer Energie als bei der Mehrzahl der Säugetiere der verschiedene Charakter des Vorder- und Hinterkörpers aus.

Diese Tatsache findet auch in der Gestalt der Fortsätze der Wirbel ihre Bestätigung und Vervollständigung.

Die vorderen Dornfortsätze sind kaudalwärts, die hinteren kranialwärts gerichtet, und diese Gegeneinanderstellung ist nicht durch einen Übergang vermittelt, sondern so jäh, daß der eine der Dornen, der des 11. Brustwirbels, zwischen den gegeneinandergestellten des 10. und 12. Brustwirbels gar nicht bis an die Oberfläche vordringen kann, sondern in der Tiefe zurückbleiben muß.

Die *Processus accessorii* sind sehr stark entwickelt; sie ragen so weit nach hinten, daß ihre Enden neben die *Processus mammillares* der nächsten Wirbel zu liegen kommen. Aber diese Bildung ist nicht bei allen gleich; an den beiden letzten der 7 Lendenwirbel fehlt der *Processus accessorius* gänzlich; am 5. ist er zierlich, von da an nach vorn wird er immer ansehnlicher, zunächst länger, dann aber auch dicker. Am vorletzten Brustwirbel ist die Dicke außerordentlich, womit aber die Verkürzung schon beginnt. Am drittletzten Brustwirbel ist er dick und kurz und mit dem Gelenkfortsatz verschmolzen; damit hört er auf.

Die *Processus mammillares* sind ziemlich gleichmäßig entwickelt an sämtlichen Lenden — sowie den beiden letzten Brustwirbeln; jedoch sind sie am letzten Brustwirbel und ersten Lendenwirbel am mächtigsten, also an den 2 Wirbeln, die auf der Höhe des Buckels liegen. Mit dem *Processus mammillaris* des zwölften Brustwirbels hören sie plötzlich auf.

Der drittletzte oder 11. Brustwirbel, der im Vorausgehenden mehrfach genannt wurde, ist auch derjenige, an welchem der thoracale Typus der Gelenkfortsätze mit frontaler Stellung der Gelenkflächen aufhört und der lumbale Typus mit sagittaler Stellung der Gelenkflächen beginnt. Damit tritt eine Änderung der Bewegungsmöglichkeiten ein und es hört speziell die Drehungsfähigkeit auf.

Ich möchte daher diesen Wirbel als „Wechselwirbel“ bezeichnen.

Der Wechselwirbel des Löwen also ist der 11. Brustwirbel. Er besitzt folgende Merkmale:

1. wechselt der thoracale Typus der Gelenkfortsätze in den lumbalen;
2. hat der Dorn noch thoracalen Typus, ist aber kurz;
3. ist hier kein *Processus mammillaris* mehr vorhanden;
4. hört hier der *Processus accessorius* auf;

5. ist dies der letzte Wirbel, der noch am Querfortsatz eine Rippenfanne hat.

Der Wechselwirbel liegt jedoch nicht auf der Höhe des Buckels, sondern um zwei Wirbel weiter vorn.

Die Lage des Wechselwirbels bei verschiedenen Säugtieren steht in gewissen Beziehungen zu der Zahl der rippentragenden Wirbel, ist aber nicht absolut davon abhängig. Beim Fuchs (mit 13 Rippen) ist es der 10. thoracale Wirbel, bei *Zalophus* (mit 15 Rippen) der 11., bei *Phoca* (mit 14 Rippen) der 10., beim Delphin (mit 12 Rippen) der 8., beim Biber (mit 14 Rippen) der 10., beim Schwein der 9., beim Zebra (mit 19 Rippen) der 19. Beim Rhinoceros gibt es gar keinen Wechselwirbel, d. h. der thoracale Typus in der Stellung der Gelenkfortsätze erhält sich bis ans untere Ende der Lendenwirbelsäule.

Beim Menschen liegt der Wechselwirbel nicht immer in gleicher Höhe. Unter 13 Wirbelsäulen, die ich daraufhin untersuchte, war der Wechselwirbel 8 mal der 12. Brustwirbel, 5 mal der 11.; unter letzteren aber befanden sich 2, bei denen nicht ein scharfer Wechsel, sondern ein Übergang zu beobachten war, indem der Gelenkspalt am unteren Ende nicht sagittal, sondern schief stand; bei einem dritten hatte der Gelenkspalt am unteren Ende eine eigentümlich schraubenförmige Gestalt. Zufällig fand ich einen einzelnen 1. Lendenwirbel, bei dem von den beiden oberen Gelenkfortsätzen der eine thoracalen, der andere lumbalen Typus aufwies. — Bei einem *Macacus* (mit 12 Rippen) ist der Wechselwirbel der 10. Brustwirbel.

Ich möchte die eigentümliche Gestalt der Löwenwirbelsäule noch durch den Vergleich mit der des Zebra schärfer beleuchten. Auch die Wirbelsäule des Zebra (Brust- und Lendensäule) hat eine eigenartige Gestalt. Ihre Wirbel haben einen scharfen Schnitt und es tritt an der Säule im ganzen s. z. s. ein architektonischer Charakter klar hervor. Aber es fehlt ihr die starke Bewegung der Löwensäule; ihre Form hat etwas mehr gleichmäßiges. Dies prägt sich auch in allen ihren einzelnen Merkmalen aus: die Körper haben von vorn bis hinten konvexe vordere und konkave hintere Endflächen, die *Processus accessorii* fehlen durchweg, die *Processus mammillares* setzen sich auf die Brustwirbel fort und erreichen erst am 2. Brustwirbel ihr Ende, und die Dornfortsätze sind nicht so energisch gegeneinander gestellt.

Ich habe noch über den Halsteil der Löwenwirbelsäule eine kurze Bemerkung hinzuzufügen. An meinem Präparat steigt derselbe leicht nach vorn empor, wobei er in sich nahezu gerade ist. Die Endflächen der Körper stehen nahezu senkrecht, indem

sie mit den Längsachsen der Körper selbst einen schiefen Winkel bilden, und die Gelenkspalten stehen nahezu horizontal. Es ist zu vermuten, daß diese Stellung der Endflächen und die der Gelenkfortsätze in einem Zusammenhange stehen. Die vorderen Endflächen

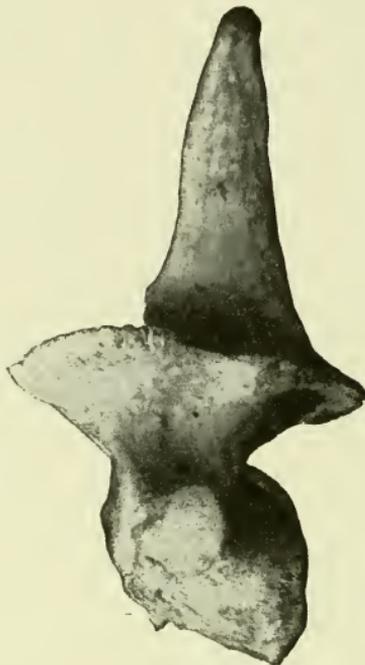


Fig. 6.

Halswirbel des Löwen in natürlicher Haltung, zeigt die schiefe Stellung der Endflächen des Körpers zur Längsachse des letzteren.

sind also so gerichtet, daß wenn man einen Wirbelkörper horizontal hält, die ventrale Kante der vorderen Endfläche nach der kaudalen Seite zurückbleibt. Diese Schrägheit nimmt gegen die hinteren Halswirbel hin ab; ihre letzte abgeblaßte Spur findet sich am 1. Brustwirbel.

#### Einige genauere Bestimmungen an der Wirbelsäule des Löwen.

Wie ich schon in den einleitenden Worten andeutete, habe ich diese Bestimmungen deswegen gemacht, weil sie an der zusammengesetzten Säule nicht mehr gemacht werden können, und weil sie infolgedessen ganz unterbleiben müßten.

Die Zahlenangaben haben den Wert, bezw. das Maß von

Genauigkeit, wie sie der Natur des Objectes nach haben können. Wer einmal Messungen an Wirbeln gemacht hat, wird selbst erfahren haben, daß wegen einer ganzen Anzahl von Faktoren, die ich nicht einzeln aufzählen will, solche Angaben nur einen bedingten Wert haben. Deswegen aber auf dieselben zu verzichten, wäre nicht richtig, weil sich in ihnen eine große Zahl von interessanten und wichtigen Verhältnissen offenbart, welche für die Mechanik der betreffenden Säule von Bedeutung sind.

1. Endflächen der Körper. — Die Endflächen sind in querer Richtung nicht plan, sondern die vorderen konvex und die hinteren konkav, was mit der Fähigkeit zu seitlicher Biegung zusammenhängt. Diese quere Konvexität der vorderen Flächen erhält sich bis zu der vorderen Fläche des Kreuzbeins. An der Schwanzwirbelsäule ist sowohl die vordere wie die hintere Endfläche jedes Körpers konvex, was auf die freie Beweglichkeit zurückzuführen ist.

Die Gruben, welche den Kernen der Bandscheiben entsprechen, sind dermaßen scharf abgegrenzt, daß sie sicher zu messen sind bis zum 1. Lendenwirbel. Von da an wird die Be-

		quer	dorso-ventr.
C	4	16	7
"	5	16	7
"	6	16	7
"	7	15	6.5
T	1	15	8
"	2	11	8
"	3	11	8
"	4	10.5	8
"	5	10.5	8
"	6	11	9
"	7	12	8.5
"	8	12.5	8
"	9	12	9
"	10	13	9
"	11	15	9
"	12	18	9
"	13	23	9
L	1	22	10

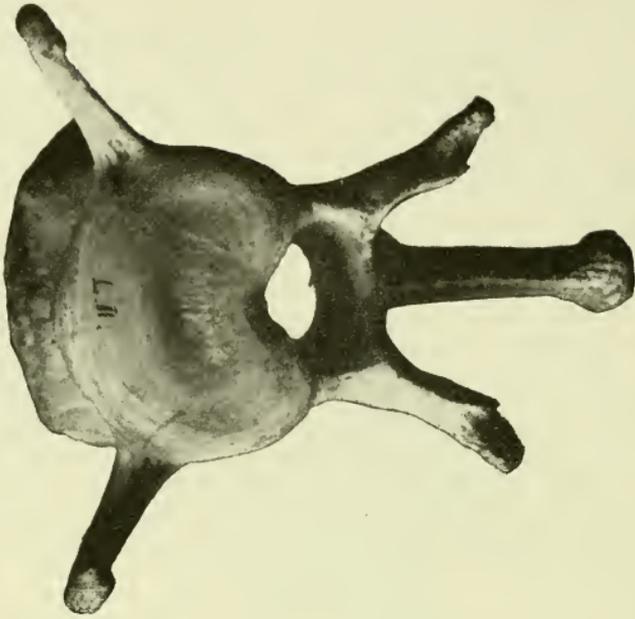


Fig. 8.  
Der 2. Lendenwirbel des Löwen von der cranialen Seite,  
um die Beschaffenheit der Endfläche des Körpers zu zeigen.

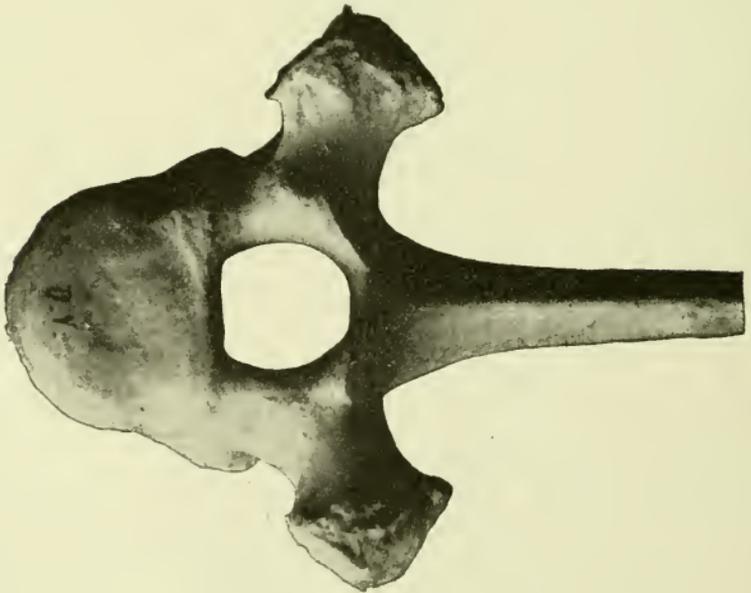


Fig. 7.  
Der 5. Brustwirbel des Löwen von der cranialen Seite,  
um die Beschaffenheit der Kindfläche des Körpers zu zeigen.

grenzung unbestimmt. Am 5. Lendenwirbel ist der quere Durchmesser 29, der dorsoventrale 11. Die scharfe Ausprägung der Gruben läßt erkennen, daß der Gegensatz von Faserring und Kern weit deutlicher sein muß als beim Menschen.

Die Gestalt der Gruben wechselt, obwohl stets der frontale Durchmesser überwiegt. Am Halse sind es lange Ellipsen, bei denen der Querdurchmesser mehr als doppelt so groß ist wie der dorso-ventrale Durchmesser. An dem Brustteil nähert sich die Ellipse einem Kreise; am nächsten einem solchen kommt die Grube am 5. Brustwirbel. Vom 11. Brustwirbel an wird der hintere Rand der Grube gerade, vom 12. an konvex, so daß die Bohnengestalt der Endfläche des Körpers mitgemacht wird. Zugleich beginnt die Breite der Grube bedeutend zuzunehmen:

Abstand des Mittelpunktes der Grube vom vorderen Rande  
des Körpers.

C	4	15
"	5	15
"	6	14
"	7	14
T	1	16
"	2	15
"	3	14
"	4	15
"	5	13.5
"	6	15
"	7	15
"	8	14
"	9	15
"	10	15
"	11	15
"	12	17
"	13	19
L	1	19
"	5	19

Der Grund der Grube sieht ganz anders aus wie die Umgebung, nämlich bei Lupenbetrachtung fein punktiert, etwa wie der Durchschnitt von Bambus.

Der übrige Teil der Endfläche, welcher die Grube umgibt, zeigt den Schichten des Faserrings der Bandscheibe entsprechend sehr scharf eine feine Streifung, und zwar wechseln miteinander glatte und feinpunktierte Linien ab.

2. Dimensionen der Körper. — „Länge“ entspricht dem kranio-kaudalen, „Breite“ dem queren, „Dicke“ dem dorso-ventralen Durchmesser.

		Länge	Breite	Dicke
C	3	39	36,5	22
„	4	37	37,5	21
„	5	35	37,5	23
„	6	33	37	23
„	7	30	36	23
T	1	31	32	25
„	2	31	28	26
„	3	32	26	25
„	4	33	29	25
„	5	34	24	25
„	6	33	30	25,5
„	7	33	30	26
„	8	34	30,5	25,5
„	9	35	31	26
„	10	36	31	27
„	11	38	34	29
„	12	41,5	38	28
„	13	45	45	28
L	1	50	45,5	30
„	2	51	49	30
„	3	51,5	44	30
„	4	53	45	31
„	5	55	49	30
„	6	54,5	50	31
„	7	56	50	31

Bei den Längen ist bemerkenswert, daß der 7. Halswirbel der kürzeste ist, daß aber die Halswirbel überhaupt relativ groß sind, und die Länge des 3. erst vom 11. Brustwirbel wieder erreicht wird. Von da an geht dann die Steigerung *rapide* weiter.

Die Verminderung der Breite an den Brustwirbeln ist nicht etwa nur eine scheinbare, durch die Eindrückung der Pfannen für die Rippenköpfchen bedingt, sondern eine wirkliche. Übrigens ist die Breite an der unteren Endfläche größer wie an der oberen, z. B. am 10. Brustwirbel 36 : 31.

Die Dicke, also der in Richtung der Hauptbelastung der Säule gelegene Durchmesser, steigert sich, wie die Tabelle zeigt, nach hinten hin am gleichmäßigsten. Übrigens ist dabei zu be-

rücksichtigen, daß der Körper an den Halswirbeln und am 1. Brustwirbel konvex gegen den Wirbelkanal vorspringt, dann bis zum 11. Brustwirbel mit einer geraden Linie an ihn grenzt und vom 12. Brustwirbel an bohnenförmig gestaltet ist.

Eine leichte Erkrankung des Knochens macht sich bemerkbar am Körper des fünften bis siebenten Halswirbels, am stärksten am sechsten; am fünften ist nur das kaudale, am siebenten nur das kraniale Stück betroffen. Die Erkrankung äußert sich in einer leichten Wucherung des Knochens, wobei der letztere eine geweihähnliche Oberflächenbeschaffenheit angenommen hat. Die Bildung ist rein superfiziell, muß also vom Periost ausgegangen sein. Es sind jedoch auch die Endflächen affiziert, müssen also auch die Bandscheiben erkrankt gewesen sein. An den Endflächen ist die Porosität im Bereiche der Gruben gesteigert, welche den Kernen der Bandscheiben entsprechen, während dorsal und ventral von denselben sich leichte Abschleifung und Eburnation bemerkbar macht. Im Bereiche der Bandscheibe sind also die gleichen Folgezustände eingetreten wie in einem Gelenk bei chronischer Arthritis.

3. Länge der Dornfortsätze. — Der Dorn des 3. Halswirbels ist nur rudimentär entwickelt. Der des 4. Brustwirbels zeigt eine unregelmäßige Verbreiterung, die vielleicht auf eine alte Verletzung zurückzuführen ist.

C	4	30 mm
"	5	32 "
"	6	38 "
"	7	50 "
T	1	80 "
"	2	95 "
"	3	96 "
(	4	93) "
"	5	97 "
"	6	92 "
"	7	90 "
"	8	82 "
"	9	77 "
"	10	71 "
"	11	40 "
"	12	33 "
"	13	30 "
L	1	37 "
"	2	44 "

L	3	48 mm
"	4	50 "
"	5	49 "
"	6	49 "
"	7	46 "
S	1	35 "
"	3	15 "

4. Abstände der Gelenkfortsätze. — Um diese zu messen, wurde zuvor vom freien Auge je ein Punkt auf die Mitte jedes rechten und linken vorderen Gelenkfortsatzes gemacht; „Mitte“ ist dabei gemeint sowohl im Sinne des Abstandes vom medialen und lateralen wie im Sinne des Abstandes vom kranialen und kaudalen Rande. Da nun an den Brustwirbeln vom 3. bis zum 11. die kaudalen Ränder der Gelenkflächen einander näher sind wie die kranialen, und vom 12. Brustwirbel bis zum Sacrum die ventralen Kanten näher wie die dorsalen, so wird durch das Messen von Mitte zu Mitte der höchste Grad der Annäherung innerhalb eines Gelenkfortsatzpaares nicht zum Ausdruck gebracht.

C	3	33,5 mm
"	4	49 "
"	5	49 "
"	6	49 "
"	7	51,5 "
T	1	45 "
"	2	36 "
"	3	22 "
"	4	19,5 "
"	5	18 "
"	6	15,5 "
"	7	15 "
"	8	15 "
"	9	16 "
"	10	15,5 "
"	11	19 "
"	12	21 "
"	13	23 "
L	1	23 "
"	2	28 "
"	3	25,5 "
"	4	28 "

L	5	27	mm
"	6	28	"
"	7	36	"
S	1	52	"

An diesen Zahlen am bemerkenswertesten ist, daß sie vom 6. bis 10. Brustwirbel ein sehr starkes Minimum haben. Die Bedeutung dieser Tatsache tritt durch zwei Vergleiche deutlich hervor; durch den Vergleich mit den Breiten der Wirbel (Tabelle auf p. 67) und durch den Vergleich mit den Abständen der Gelenkfortsätze der menschlichen Wirbelsäule, welche ja im Ganzen viel kleiner ist. Der Abstand ist beim Menschen am 4. Halswirbel 24 mm, beim Löwen 49, also beim Löwen doppelt so viel wie beim Menschen; am 6. Brustwirbel dagegen beim Menschen 17 mm, beim Löwen 15.5, also beim Löwen noch etwas weniger als beim Menschen. In dieser starken Annäherung der Gelenkfortsätze, wie sie beim Löwen an der Brustsäule vorkommt, liegt ein Moment, welches zu gleicher Zeit die seitliche Flexion und die Drehung begünstigt.

5. Winkel der Gelenkfortsätze. — Mit diesem kurzen Ausdruck sind gemeint die Winkel, welche entstehen, wenn man die beiden oberen Gelenkfortsätze je eines Wirbels durch eine zur Achse des Wirbels quere Ebene durchschneidet und die Schnittlinien bis zur Mitte führt. Die Winkel sind ausgerechnet aus Bestimmungen, die teils mit einem durchsichtigen (Celluloid-) Transporteur, teils mit dem Fürst'schen Goniometer gemacht sind. Bei der unebenen Gestalt der Gelenkflächen können die Bestimmungen nur Näherungswert haben. Vom 12. Brustwirbel an mußte an den unteren Fortsätzen des vorausgehenden Wirbels gemessen werden.

C	3	102°
"	4	134°
"	5	122°
"	6	114.5°
"	7	144°
T	1	122.5°
"	2	131°
"	3	139.5°
"	4	144°
"	5	148°
"	6	153°
"	7	141.5°

T	8	161,5 <sup>0</sup>
"	9	155 <sup>0</sup>
"	10	158 <sup>0</sup>
"	11	158 <sup>0</sup>
"	12	46 <sup>0</sup>
"	13	42,5 <sup>0</sup>
L	1	24 <sup>0</sup>
"	2	65 <sup>0</sup>
"	3	2 <sup>0</sup>
"	4	67 <sup>0</sup>
"	5	72,5 <sup>0</sup>
"	6	78,5 <sup>0</sup>
"	7	80 <sup>0</sup>
S	1	92 <sup>0</sup>
kaud.	1	62 <sup>0</sup>

Am nächsten an eine rein frontale Stellung, also 180°, kommen die oberen Gelenkflächen am 8. bis 11. Brustwirbel; am nächsten an eine rein sagittale Stellung, also 0°, die oberen Gelenkflächen am 1. Lendenwirbel, bzw. die unteren am 13. Brustwirbel. Von da an nimmt bis an das Kreuzbein heran die Divergenz der beiden Fortsätze eines Paares immer mehr zu. Da aber gleichzeitig der Abstand zwischen ihnen wächst — aus Gründen, die anderweitig zu suchen sind —, so wird doch immer die Stellung des Radius von den Gelenkfortsätzen eingehalten, worin ja die Sicherung gegen Drehung liegt.

6. Maße der Gelenkflächen. — Die Größe der Gelenkflächen wurde gemessen an den vorderen Gelenkfortsätzen und zwar einmal bei allen Wirbeln in kranio-kaudaler Richtung; dann rechtwinklig dazu, d. h. bis zum 11. Brustwirbel in annähernd querer (frontaler) Richtung, von da ab in mehr dorso-ventraler Richtung. Der kranio-kaudale Durchmesser konnte überall bestimmt werden; vom 3. bis 11. Brustwirbel wurde jedoch, weil hier die kaudalen Enden eines Gelenkflächenpaares näher bei einander stehen wie die kranialen und daher die elliptischen Flächen schief liegen, der lange Durchmesser der Ellipse genommen. Vom 12. Brustwirbel bis ans Sacrum wurde das Maß an dem unteren Fortsatz des vorausgehenden Wirbels genommen, weil hier besser beizukommen ist.

		kranio-kaudal	frontal bez. dorso-ventr.
C	3	18 mm	15(?) mm
	4	21 "	17 "
	5	22 "	16 "
	6	23 "	19 "
	7	23 "	18 "
T	1	15 "	18 "
	2	13 "	18 "
	3	13 "	8 "
	4	13 "	9 "
	5	13 "	9 "
	6	12 "	8 "
	7	12 "	7 "
	8	13 "	7,5 "
	9	15 "	7 "
	10	17 "	7 "
	11	12,5 "	6,5 "
	12	13,5 "	11,5 "
	13	13 "	16 "
L	1	13 "	14 "
	2	15 "	17 "
	3	17 "	19 "
	4	15 "	18 "
	5	15 "	18 "
	6	16 "	19 "
	7	15 "	20 "
X	1	17 "	22 "

Wie weit Messungen an den Gelenkflächen der Wirbel für die Wirbelsäulenprobleme Bedeutung haben, läßt sich zur Zeit angesichts der Unsicherheit über dieses Problem selbst noch nicht sagen. Ich habe aber die Messung gemacht und dadurch den Tatsachenbestand gesichert, weil nachher, nach der Zusammenfügung der Säule, die Messung nicht mehr zu machen ist.

Was zu einer besonderen Vorsicht in der Beurteilung dieser Zahlen auffordern muß, ist der Umstand, daß bei der Paarigkeit der Gelenkfortsätze immer der rechte und linke Fortsatz zu einer Einheit verbunden gedacht werden kann, womit man zu einer ganz anderen Auffassung der Zahlen gelangen kann.

Immerhin sind doch in den Zahlen und in dem Anblick der Gelenkfortsätze einige beachtenswerte Tatsachen ausgeprägt:

- a) Die Durchmesser in kranio-kaudaler Richtung d. h. in Längsrichtung des Tieres, bzw. in der Richtung der sagittalen Biegung des Rumpfes haben eine größere Gleichartigkeit wie die in frontaler und dorso-ventraler Richtung; die ersteren schwanken nur zwischen 12 und 23, die letzteren zwischen 6,5 und 19 bzw. 22. Minimum und Maximum verhalten sich also bei den ersteren annähernd wie 1 : 2, bei letzteren wie 1 : 3.
- b) Die geringste Breite der Gelenkflächen findet sich an dem gleichen Abschnitt der Wirbelsäule wie der geringste Abstand der Gelenkflächen.
- c) Die untere Gelenkfläche eines Wirbels und die obere des nächstfolgenden Wirbels sind in kranio-kaudaler Richtung gleich groß an den Lendenwirbeln und den beiden letzten Brustwirbeln. Dagegen ist an den übrigen Brustwirbeln immer die Fläche des unteren Fortsatzes in kranio-kaudaler Richtung länger als die entsprechende Fläche des nächsten oberen Fortsatzes; die Differenz beträgt bis zu 3 mm.
- d) Der Abfall in der Breite vom 2. zum 3. Brustwirbel ist ein ganz plötzlicher (von 18 auf 8 mm). An den beiden ersten Brustwirbeln tritt also noch nicht der rein thoracale Typus hervor bzw. wird der cervikale Typus beibehalten und damit die Sicherung gegen Drehung. Es steht das offenbar in Verbindung mit der besonderen Mechanik der beiden ersten Rippen, welche sich auch in der Gestalt der Rippenpfannen an den Querfortsätzen ausprägt. Das was über die Drehfähigkeit und die Rotatoren beim Bären gesagt wurde, steht gut in Übereinstimmung mit diesem Befunde an den Gelenkfortsätzen des Löwen.
- e) An den Halswirbeln sind die vorderen Gelenkfortsätze so gestellt, daß ihre Flächen dorsalwärts und kranialwärts gerichtet sind. Hierin gleichen sie denen des Menschen. Aber sie unterscheiden sich von diesen dadurch, daß nicht die beiden Fortsätze eines Paares in einer Ebene liegen, sondern von einander divergieren, indem sie einen nach der dorsalen Seite offenen Winkel bilden. Hierin liegt eine Sicherung gegen Drehung.
- f) Rinnenförmig gestaltet sind die vorderen Gelenkflächen am dritten Halswirbel sowie an den beiden ersten Brustwirbeln, am zweiten Brustwirbel in geringerem Maße. Dies kommt am dritten Halswirbel dadurch zu Stande, daß sich zu der schief-

stehenden Fläche, welche dieser Wirbel gleich den anderen Halswirbeln hat, noch ein mediales Stück auf dem Bogen hinzugesellt. Es dürfte wohl diese Einrichtung auf strengere Anpassung an ausschließlich sagittale Biegung hinweisen. An den beiden ersten Brustwirbeln dagegen ist es schon ein Anklang an den thoracalen Typus, der dann vom dritten Brustwirbel an so scharf hervortritt.

---

### **Referierabend am 18. März 1907.**

**H. POLL:** Demonstration eines Hühnercies.

**H. VIRCHOW:** Die Wirbelsäule des Löwen, nach Form zusammengesetzt (s. S. 43).

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [1907](#)

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

Artikel/Article: [Die Wirbelsäule des Löwen, nach Form zusammengesetzt 43-69](#)