

Über die Halswirbelsäule von *Plotus anHINGA*.

VON HANS VIRCHOW.

(Mit 7 Figuren.)

Nachdem ich die Anatomie und die Bewegungsmöglichkeiten der Wirbelsäule von mehreren Vogelarten besprochen hatte, von *Ardea*, *Sphenicus*, *Phoenicopterus*, *Struthio*¹⁾, war es mir erwünscht, auch *Plotus* in den Kreis dieser Betrachtungen zu ziehen. Mein Interesse für diesen war teils durch die Besprechung in Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs²⁾, teils durch die litterarische Bearbeitung und gelegentliche mündliche Erwähnung von W. DÖNITZ³⁾ erweckt.

Gelegenheit zum Studium des interessanten Objektes erhielt ich durch die Überlassung der Halswirbelsäule seitens des Herrn REICHENOW. Das Objekt war freilich entbalgt, ohne Kopf und Thorax und schon ziemlich trocken, so daß es nicht ganz dem entsprach, was ich mir gewünscht hätte. Ich habe schon bei mehreren Gelegenheiten betont, daß es, um die mechanischen Verhältnisse einer Wirbelsäule richtig aufzufassen, notwendig sei, vier Arten der Untersuchung zu vereinigen: Die Bewegungen des lebenden Tieres, die Präparation der Muskeln, die Feststellung der Bewegungsmöglichkeiten an der frischen Säule und die Untersuchung der Knochen nach der Maceration. In dieser Kette fehlten wesentliche Glieder.

Die Vogelwirbelsäule verhält sich zu der Wirbelsäule eines Säugetieres wie eine hochdifferenzierte moderne Maschine zu einem einfacheren und plumperen Vorläufer, und sie hätte dadurch Anspruch auf die Beachtung aller derer, welche sich mit Wirbelsäulenmechanik beschäftigen. Wenn sie gleichwohl weniger gewürdigt wird, so hat dies verschiedene Gründe: erstens sind die Wirbel bei der Mehrzahl der Vögel klein, so daß die einzelnen Bestandteile derselben nicht so sehr ins Auge fallen; zweitens stehen die Vögel überhaupt für die Mehrzahl der Anatomen mehr

¹⁾ „Die Wirbelsäule des Löwen nach Form zusammengesetzt.“ Sitzber. Ges. naturf. Fr. 1907, S. 52. — „Über die Bewegungsmöglichkeiten an der Wirbelsäule von *Sphenicus*.“ Sitzber. 1910 S. 4—10. — „Bewegungsmöglichkeiten der Wirbelsäule des Flamingo.“ Arch. f. Anat. und Physiol. 1915, Anat. Abt. S. 245—254. — „Die Wirbelsäule des Straußes.“ Arch. f. Anat. und Phys. 1915, Anat. Abt. S. 213—244.

²⁾ BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. VI. Bd., 4. Abt. Vögel von HANS GADOW.

³⁾ DÖNITZ, W. „Über die Halswirbelsäule der Vögel aus der Gattung *Plotus*.“ Arch. f. Anat., Physiol. u. wissenschaftl. Medizin. Jg. 1873. S. 357—360.

abseits der Betrachtung; drittens ist die Muskulatur, welche die Wirbelsäule beherrscht, funktionell kaum analysierbar, da die Sehnen sich auf eine ganze Anzahl von Wirbeln verteilen und von einer ganzen Anzahl von Wirbeln Muskelursprünge aufnehmen; viertens sind die Beschreibungen der Muskeln auch morphologisch unklar, da die Namen für dieselben z. T. aus der menschlichen Anatomie übernommen sind, ohne doch in irgend einer Weise das Gleiche bedeuten zu können. Es kommt dazu, daß die Sehnen zum großen Teil in tiefen Knochenrinnen liegen, ja durch Knochenkanäle hindurch ziehen, so daß man dieselben zwecks der Analyse aus diesen herausheben oder hervorziehen muß. Tut man dies aber und entfernt man damit die Sehnen aus der Lage, welche sie den Knochen gegenüber haben, so löst man das Bild in lauter Einzelheiten auf und zerstört den Zusammenhang, welcher für die mechanische Sinnfälligkeit entscheidend ist.

Nachdem ich diese üblen Erfahrungen bei mehreren früheren Gelegenheiten gemacht und dabei gesehen hatte, daß man bei dem Versuch einer vollkommenen Analyse der Sehnen sehr viel Zeit verliert, ohne doch zum Ziele zu gelangen, so habe ich mich diesmal darauf beschränkt, mir von den Muskeln und Sehnen dasjenige Maß von Anschauung zu verschaffen, welches für meine Absicht nötig war, die Beziehungen zwischen der Muskulatur und den Bewegungsmöglichkeiten des Halses zu verstehen. Es scheint, daß auch GARROD diesen Weg gegangen ist, wie ich aus der Figur schließe, welche aus der Bearbeitung dieses Autors in die Darstellung im BRONN übergegangen ist (l. c. Taf. XVIIIa Fig. 4).

Litteratur. — W. DÖNITZ beginnt seine Darstellung mit einer anschaulichen Schilderung der Bewegungen des lebenden Tieres, und die Schlußworte seines kurzen Aufsatzes lassen erkennen, daß er eine zureichende Erklärung der eigentümlichen Bewegungen dieses Tieres gefunden zu haben glaubte. Das war aber durchaus nicht der Fall. Der eigentümliche Knick am Halse des *Plotus* ist nicht von den durch DÖNITZ erwähnten Knochenfortsätzen aus, sondern von den Gelenkfortsätzen aus zu erklären, welche DÖNITZ gar nicht nennt. Diese an sich schon unvollkommene Darstellung wird aber noch weiter bis zur Unverständlichkeit verdorben durch den Gebrauch, welchen der Bearbeiter (H. GADOW) im BRONN davon macht. GADOW zitiert DÖNITZ nicht wörtlich, sondern läßt ihn sagen, „daß dieser Knick außer durch Verlängerung des 8. Halswirbels dadurch hervorgebracht wird, daß der 7. bis 8. Halswirbel Rippenrudimente von solcher Länge besitzt, daß sie mit den Querfortsätzen des 8. Wirbels in Gelenkverbindung treten können“

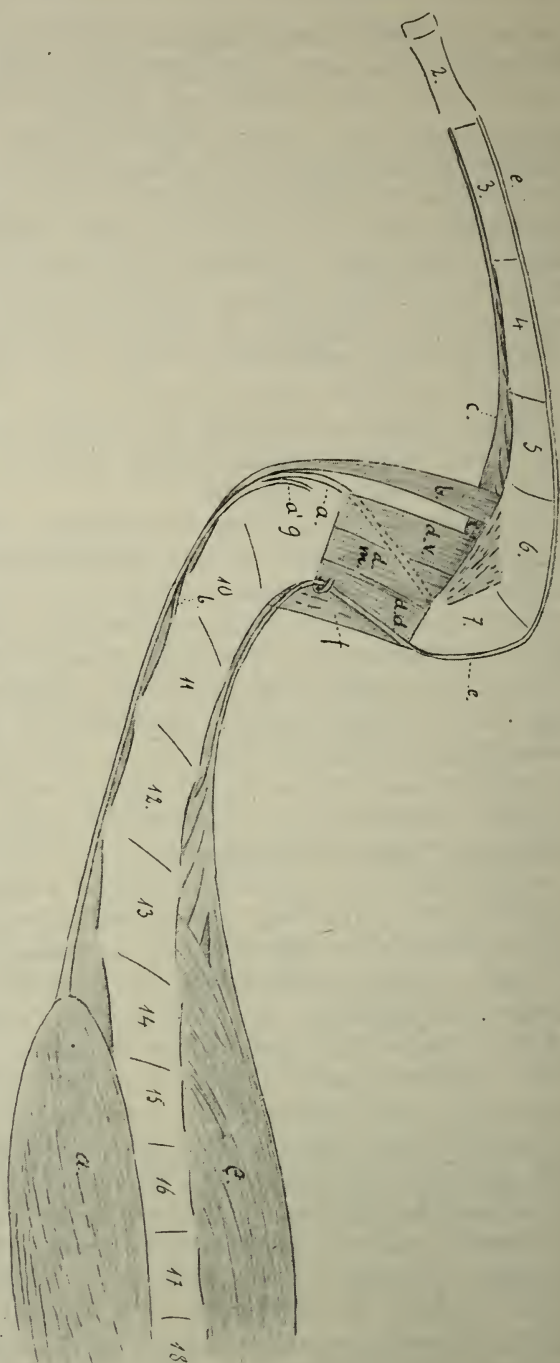


Fig. 1. Die für die Flexionsbewegungen hauptsächlich in Betracht kommenden Muskeln des *Plotus*-Halses, möglichst in natürlicher Lage gelassen.

a starker ventraler Muskel und dessen Sehne. Der Knochenstab des 8. Wirbels, an welchen letztere sich ansetzt, ist punktiert dargestellt, weil er durch den Muskel d verdeckt ist.

a' Von der Hauptsehne abgezweigte Sehne zum 9. Wirbel.

b b ventraler Muskel, welcher sich fleischig an den 6. Wirbel und sehnig an den 11. Wirbel ansetzt.

c ventraler Muskel, welcher vom 7. bis zum 2. Wirbel reicht.

d seitlich dem 8. Wirbel anliegende Muskelmasse, deren dorsaler Abschnitt (d d) und ventraler Abschnitt (d v) vom 7. bis zum 9. Wirbel, und deren mittlerer Abschnitt (d m) vom 8. zum 9. Wirbel reicht.

e starker dorsaler Muskel und dessen Sehne, von denen letztere sich am 2. Wirbel befestigt.

f dorsaler Muskel vom 9. Wirbel zu der Sehne des vorigen.

(l. c. 111). Dies ist weder von DÖNITZ gesagt worden, noch entspricht es der Wirklichkeit; denn die in Betracht kommenden Knochenfortsätze sind weder Rippenrudimente noch Gelenkfortsätze. Der Bearbeiter, der für das interessante mechanische Problem kein Interesse, jedenfalls kein Verständnis zeigt, hat offenbar geglaubt, durch morphologische Deutungen die Beschreibung verbessern zu können, hat sie aber dadurch auch noch nach dieser Seite verdorben. Die DÖNITZ'sche Beschreibung ist, wie sie da ist, unverständlich; sie ist zu kurz und ist auch unklar, unscharf. Aber mit dem Präparat in der Hand kann man doch verstehen, was gemeint ist. GADOW aber liest in die DÖNITZ'sche Beschreibung mehrere Irrtümer hinein. DÖNITZ hatte die bedeutendere Länge des 8. (bei ihm 7.) Wirbels erwähnt, aber nicht behauptet, daß dies eine der Ursachen für den Knick sei, wie GADOW ihn sagen läßt; DÖNITZ hatte mitgeteilt, daß „der 7. und 8. Halswirbel durch eigentümliche Fortsätze ausgezeichnet“ seien (l. c. S. 358). Bei meinem *Plotus* sind es der 8. und 9. Wirbel. Jedensfalls ist es richtig, daß zwei auf einander folgende Wirbel durch besondere Fortsätze gekennzeichnet sind, nämlich der eine durch Knochenstäbe, der andere durch Gleitrinnen. GADOW aber versteht dies dahin, daß sowohl der eine wie der andere Wirbel lange Knochenstäbe („Rippenrudimente“) besitze, wodurch etwas ganz Unsinniges herauskommt, nämlich daß nicht nur der 7. Wirbel mit dem 8., sondern überdies noch der 8. mit sich selbst „in Gelenkverbindung“ tritt.

Das mir zur Verfügung stehende Stück besaß 18 Wirbel (den Atlas eingerechnet). Nach GADOW hat *Plotus ankinga* 20 Halswirbel (l. c. S. 111). Von diesen Wirbeln kommen hauptsächlich der 8. und die beiden an ihn angrenzenden, also der 7. und 9. in Betracht. Bevor ich jedoch dieselben schildere, will ich zuerst die Muskeln und Sehnen, soweit ich dieselben untersucht habe, besprechen.

Muskeln.

Sechs Muskeln sind von besonderem Interesse, drei ventrale, ein seitlicher und zwei dorsale (Fig. 1). Ich bezeichne dieselben einfach mit Buchstaben, da die Verwendung von Namen, welche bei Säugetieren einen bestimmten morphologischen Sinn haben, nur irreführend wäre.

a) Ein mächtiger Muskel, dessen hinteres Ende am Präparat noch abgeschnitten ist, entspringt an der ventralen Seite des 18. bis 14. Wirbels und geht am vorderen Ende des 14. in eine starke Sehne über, welche sich am 8. Wirbel an einem noch zu be-

schreibenden Knochenstab befestigt. Vorher zweigt von ihr eine schwächere Sehne ab zum 9. Wirbel.

b) Entspringt mit einer Sehne am kranialen Ende des 11. Wirbels, und zwar der rechte und linke gemeinsam. Sie trennen sich dann, werden bald fleischig und liegen fest in den Gleitrinnen an den kranialen Enden des 9. und 10. Wirbels, welche noch besprochen werden sollen. Jeder der beiden Muskeln befestigt sich dann, auf 9 mm verbreitert, ganz kurz sehnig an der ventralen Seite des 6. Wirbels in halber Länge des Knochens.

c) Entspringt fleischig mit fortlaufenden Bündeln an den ventralen Seiten des 7. bis 3. Wirbels und findet sein oberes Ende an dem kaudalen Ende des Epistropheus. Unten reicht er bis an das kaudale Ende des 7. Wirbels. Er hat 4 Sehnenspiegel, welche der lateralen Fläche aufliegen und für die Ansätze dienen. Am hinteren Ende ist er dicker; nach vorn verschmälert er sich.

d) Ein platter Muskel, welcher vom 9. bis zum 7. Wirbel reicht. Er bildet einen Teil einer dem 8. Wirbel seitlich anliegenden Muskelplatte, wie sich eine solche auch neben allen übrigen Wirbeln findet. Von dieser Platte überspringt die ventrale und die dorsale Komponente den 8. Wirbel; das intermediäre Stück dagegen geht vom kranialen Ende des 9. bis zum kranialen Ende des 8. Wirbels. Am 7. Wirbel breitet sich sein Ansatz so weit kranialwärts aus, daß er die ganze laterale Kante einnimmt. Dadurch wird er ein sehr mächtiger Beuger gegen die ventrale Seite.

e) Auf der dorsalen Seite liegt ebenso wie auf der ventralen ein mächtiger Muskel, welcher ebenfalls am vorderen Ende des 14. Wirbels an Volumen abnimmt, jedoch nicht so plötzlich wie der ventrale Muskel und in anderer Weise wie dieser. Er geht nämlich nicht in eine starke Sehne über, sondern schwächt sich durch fortgesetzt zu den Wirbeln abgegebene fleischige Bündel. Von diesen läuft eines weiter nach vorn und bildet eine Sehne aus, an welche sich nun kontinuierlich Fleischbündel von den dorsalen Flächen der Wirbel gefiedert ansetzen. Die Sehne geht am kaudalen Ende des 8. Wirbels durch eine außerordentlich starke Schlinge (Trochlea) und läuft dann weiter, wobei sie in der Gegend des 8. Wirbels durch den gleich zu nennenden 6. Muskel verstärkt wird. Sie hat dann fernerhin ihre Lage in Rinnen, welche sich an den kaudalen Enden des 7. bis 3. Wirbels finden und noch beschrieben werden sollen; sie findet ihre Anheftung am kaudalen Ende des 2. Wirbels, und zwar wird sie, obwohl sie auf diesem Wege nichts mehr abgibt, doch allmählich schwächer. — Eine in geweblicher Hinsicht interessante Eigentümlichkeit dieser

Sehne ist, daß sie im Bereich des 5., 4. und 3. Wirbels lange Knocheneinlagen enthält, welche durch kürzere Sehnenstücke im Bereich der Wirbelverbindungen vereinigt sind.

f) Dieser Muskel könnte auch als Teil des vorigen gelten. Er verhält sich zu ihm so wie der *Quadratus plantae* zum *Flexor digitorum longus*. Er entspringt an der dorsalen Seite des 9. Wirbels, vereint mit dem der anderen Seite, und geht hinter dem 8. Wirbel an die Sehne des vorigen Muskels.

Durch die soeben gegebene Analyse erhält man eine recht anschauliche Vorstellung von dem eigentümlichen Mechanismus dieses Vogelhalses, welche doch erheblich mehr und Besseres bietet als die Darstellung von W. DÖNITZ, in welcher der Hauptnachdruck auf die Trochlea und die durch diese hindurch geleitete Sehne gelegt war. Ohne Zweifel spielen auch diese dorsale Sehne und ihr Hindurchtritt durch die Schlinge eine Rolle; aber in dieser dorsalen Sehne ist doch nur eine Hilfseinrichtung zu sehen, der Antagonist, welcher den kranialen Teil des Halses in diejenige Stellung bringt, aus welcher heraus der Schlag, der ventralwärts gerichtete Stoß wirksam ausgeführt werden kann. Die für den Schlag selbst in Betracht kommenden Muskeln müssen an der ventralen Seite liegen, und sie finden sich hier tatsächlich nicht nur in größerer Zahl, indem es ihrer vier sind, sondern auch in besonders ausdrucksvoller Anordnung, indem sie nicht über die Knickstelle hinweglaufen, sondern an dieser endigen. Durch diese Art des Ansatzes wird nicht nur die Wirkung verstärkt, sondern auch die Möglichkeit hergestellt, die Aktion zu variieren. Das Verhältnis der ventralen Muskulatur zur dorsalen ist also etwa vergleichbar dem der volaren Muskulatur am Oberarm des Menschen (*Biceps*, *Brachialis*, *Coracobrachialis*) zur dorsalen (*Triceps*).

Obwohl nun durch die vorausgehende Darstellung das Verständnis wesentlich gewonnen hat, so will ich doch ausdrücklich bemerken, daß damit nicht eine erschöpfende Erklärung der Bewegungen des lebenden Tieres gegeben ist, was ja durch das anatomische Präparat allein überhaupt nicht geschehen kann.

Knochen.

Wenn auch mit Beziehung auf die Knochen W. DÖNITZ und in mißverständener Verwertung seiner Angaben H. GADOW nicht das für den Halsknick des *Plotus* Bestimmende hervorgehoben haben, so will ich doch von den durch diese Autoren genannten Merkmalen ausgehen.

1. Länge der Wirbelkörper. — Es ist schwer, für die Längenbestimmung der Wirbel ein einwandfreies Maß zu finden, da nicht nur an den Endflächen der Wirbelkörper die Mitten von den Rändern überragt werden, und zwar an den kranialen Endflächen von den seitlichen und an den kaudalen Endflächen von den ventralen und dorsalen Rändern, sondern da auch die Körper von anderen Teilen der Wirbel, insbesondere Gelenkfortsätzen, überschritten werden, diese Überschreitung jedoch an den einzelnen Wirbeln sehr verschieden stark ist. Wählt man daher zur Längenbestimmung, wie ich es tue, den Abstand der Mitten der kranialen und der kaudalen Endflächen der Körper, so hat man zwar ein einheitliches Maß, aber nicht die größte Länge der einzelnen Wirbel.

Längen der Wirbelkörper.

2. Wirbel ⁴⁾	20,7 mm,
3. "	26,5 "
4. "	26,5 "
5. "	24 "
6. "	19,5 "
7. "	19,5 "
8. "	27,5 "
9. "	15,5 "
10. "	19,5 "
11. "	21 "
12. "	21 "
13. "	19,5 "
14. "	17 "
15. "	16 "
16. "	14 "
17. "	11,5 "
18. "	11 "

Man sieht in dieser Reihe eine mehrfache Bewegung, ohne daß die Gründe dafür genau anzugeben sind. Wenn GADOW eine Beziehung zwischen der besonderen Länge des 8. Wirbels und dem Halsknick annimmt (l. c. S. 111), so muß man allerdings zugeben, daß der 8. Wirbel der längste von allen ist, aber man darf daraus nicht ableiten, wie GADOW es tut, daß die Länge des Wirbels eine der Ursachen des Knickes ist. Auch sind der 3. und 4. Wirbel nicht wesentlich kürzer wie der 8., ohne daß sich in ihrer Gegend ein Knick findet.

⁴⁾ Ohne den Zahn.

2. Knochenfortsätze für die Sehnen des Muskels a am 8. Wirbel. — Von der kranialen Hälfte der ventralen Seite des 8. Wirbels geht ein paariger Knochenstab kaudalwärts ab (Fig. 2). Er reicht ebenso weit nach hinten wie der Wirbel selbst und hat eine schiefe Lage, indem sich nach hinten hin sein Abstand von



Fig. 2. 7. und 8. Wirbel von rechts, 2 $\times$ vergr.; das kraniale Ende nach rechts, die dorsale Seite oben.

dem Wirbelkörper vergrößert. Das Ende ist leicht angeschwollen und abgerundet.

Knochenfortsätze zum Ansatz der Sehnen sind, wie DÖRRZ richtig bemerkt (l. c. S. 358), bei Vögeln etwas Gewöhnliches. Aber der geschilderte ist doch auffallend durch seine Länge und dadurch, daß er sich am Ende nicht zuspitzt, sondern sich sogar verdickt. Der Unterschied tritt durch unsere Figuren 2 und 3 hervor. (An unserm 8. Wirbel ist nur der rechte Fortsatz erhalten, der linke beim Säubern des Knochens abgebrochen.) Am besten sieht man den Unterschied des 8. Wirbels von seinen Nachbarn auf Fig. 6. Hier erscheint der Fortsatz am 7. Wirbel nur als eine der kranialen Hälfte seitlich ansitzende Leiste, am 9. Wirbel dagegen als ein spitzer Fortsatz, welcher halb so lang ist wie der Wirbel selbst. (Auf dieser Figur ist am 9. Wirbel auch der linke

Fortsatz sichtbar und darf nicht für eine Zacke des rechten gehalten werden.) Wie Fig. 3 zeigt, ist an unserm 9. Wirbel der linke Fortsatz zufällig bedeutend kürzer und schwächer als der rechte.

3. Ventrale Gleitflächen am 9. Wirbel. — Am kranialen Ende der ventralen Seite des 9. Wirbels treten zwei starke Fortsätze hervor, welche durch eine Brücke verbunden sind, so daß von ihnen, der Brücke und dem Wirbelkörper ein kurzer Kanal gebildet wird, welcher das vordere Ende der tiefen Rinne darstellt, die sich an der Unterseite des Wirbels findet. Da aber die Brücke kürzer ist, als die Fortsätze, so sind diese an ihrem vorderen Ende durch einen Ausschnitt getrennt.

Die beiden Fortsätze tragen nun erstens die eben geschilderten rückwärts gerichteten Spitzen, zweitens aber, worauf nunmehr die

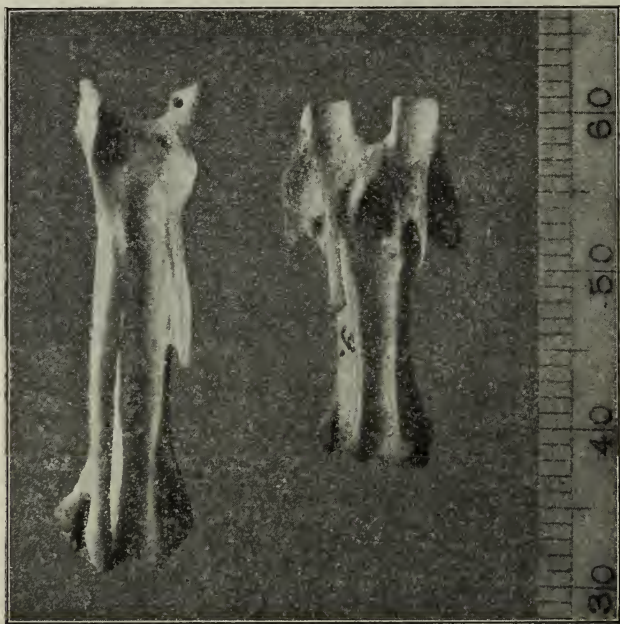


Fig. 3. 8. und 9. Wirbel von der ventralen Seite, 2 $\times$ vergr.; die kranialen Enden nach oben.

Aufmerksamkeit zu lenken ist, jeder eine ventralwärts und ein wenig kranialwärts gewendete Fläche, die in sagittaler Richtung konvex, in querer Richtung aber konkav ist, indem die Ränder derselben, der mediale und laterale, erhoben sind (Fig. 3).

Die beiden geschilderten einander parallelen und aufs Kräftigste gestützten, in sagittaler Richtung konvexen Flächen nehmen die

Sehnen des Muskels a auf ihrem Wege zu den Knochenstäben des 8. Wirbels auf und können demgemäß als „Gleitinnen“ bezeichnet werden. Sie stellen mithin eine Einrichtung dar, welche in der Anatomie unter die Bezeichnung einer „Trochlea“ eingereiht zu werden pflegt.

Wenn nun DÖNITZ angibt, daß der Knochenstab des 8. Halswirbels (nach DÖNITZ bei *Plotus Levaillantii* des 7.) mit der Gleitrinne am 9. (bei DÖNITZ am 8.) „in Gelenkverbindung“ trete, so mag daran wohl richtig sein, daß bei einer gewissen Stellung, d. h. bei ventraler Flexion, das hintere Ende des Knochenstabes auf die Gleitrinne trifft und auf ihr schleift; aber bei dorsaler Flexion wird der Knochenstab die Gleitrinne verlassen und in dieser die Sehne schleifen. Zu einer Gelenkverbindung würde doch gehören, daß die beiden Knochen in dauernder Berührung bleiben, daß sie Knorpelüberzüge besitzen, und daß sie durch eine Gelenkkapsel verbunden sind. Von diesem allen aber gibt DÖNITZ nichts an und habe auch ich nichts bemerkt. Ich muß daher einstweilen den DÖNITZ'schen Ausdruck für einen ungeschickten halten, hervorgegangen aus dem an sich begreiflichen Bestreben, eine interessante Tatsache kräftig hervorzuheben.

Meine Meinung ist also, um es noch einmal zu sagen, daß nicht deswegen der Knochenstab des 8. Wirbels so lang ist, damit er sich mit dem 9. Wirbel gelenkig verbinden könne, sondern daß er, weil er so lang ist, bei ventraler Halsbiegung auf den 9. Wirbel treffen und auf ihm schleifen muß, und daß nicht deswegen der 9. Wirbel mit Gleitflächen versehen ist, um mit dem 8. Wirbel besondere Gelenke zu bilden, sondern um den Sehnen, welche über das vordere Ende des scharf gegen den 8. Wirbel abgeknickten 9. Wirbels hinübergleiten müssen, eine gute Führung zu bieten. Die Gleitrinnen sind etwa vergleichbar dem Sulcus flexoris hallucis longi und den Sulci malleolorum. Zuzugeben dürfte allerdings wohl sein, daß die Knochenstäbe des 8. Wirbels deshalb an den hinteren Enden verdickt sind, weil sie (vorübergehend) auf dem 9. Wirbel schleifen.

Die eben geäußerte Ansicht wird durch zwei Merkmale bestätigt: durch Knochenfortsätze und Gleitrinnen an den ventralen Seiten anderer Wirbel und durch Gleitrinnen an den dorsalen Seiten.

Fortsätze, welche den Stäben des 8. Wirbels gleichwertig sind, finden sich auch am 9. bis 15. Wirbel. Vom 9. Wirbel wurden sie bereits erwähnt (s. S. 461 und Fig. 3). Am 10. verhalten sie sich ebenso; am 11. sind sie kürzer und schwächer; am 12. und 13. ganz unansehnlich, werden aber am 14. wieder lang und kräftig

und bleiben so am 15., um dann gänzlich aufzuhören, indem am 16. Wirbel an ihre Stelle ein unbedeutendes Wülstchen tritt.

Ventrale Gleitrinnen finden sich bis zum 14. Wirbel. Indem jedoch die Knochenfortsätze an allen diesen Wirbeln so kurz sind, daß sie bei weitem nicht das hintere Ende des Wirbels erreichen, so können sie nicht mit den Gleitrinnen am folgenden Wirbel in Verbindung treten, und es kann daher die Vorstellung, daß es sich um eine „Gelenkverbindung“ handele, gar nicht aufkommen.

4. Dorsale Gleitrinnen. — Ganz ebensolche Gleitrinnen, wie sie am kranialen Ende der ventralen Seite des 9. Wirbels beschrieben worden sind, finden sich am kaudalen Ende der dorsalen

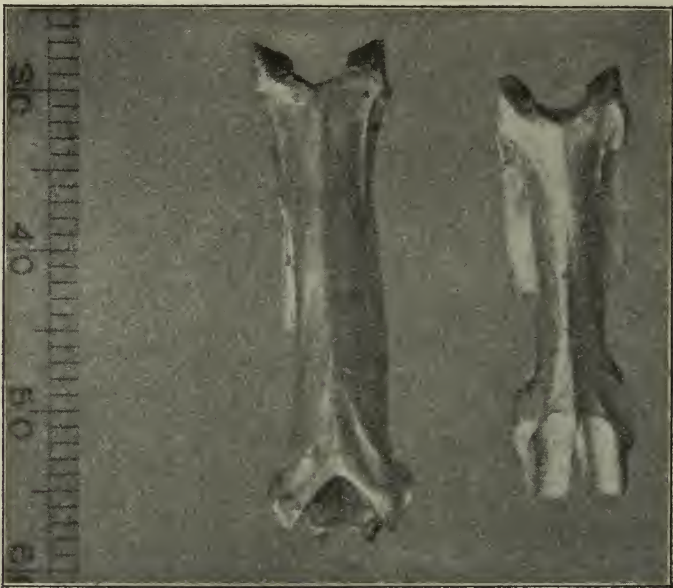


Fig. 4. 8. und 7. Wirbel von der dorsalen Seite, 2 $\times$ vergr.; die kranialen Enden nach oben.

Seite des 7. Wirbels (Fig. 4 und 5). Auch sie sind in sagittaler Richtung konvex und in querrer Richtung konkav, und wenn man beide Wirbel neben einander hält, so ist es auffallend, wie sehr sich diese Trochleae an beiden gleichen. Selbst die Länge stimmt überein (5,5 mm). Die Ursache ist eben die gleiche, nämlich die geknickte Stellung der Wirbelsäule (Fig. 6) und damit die Notwendigkeit, die Sehnen über die scharfe Biegung hinüberzuführen.

Nur liegt diese Ursache das eine Mal an der ventralen und das andere Mal an der dorsalen Seite (Fig. 6).

Damit wird der DÖNITZ'schen Betrachtung völlig der Boden entzogen; denn auf der dorsalen Seite gibt es keine Knochenstäbe, welche mit den Gleitflächen in „Gelenkverbindung“ treten könnten.



Fig. 5. Die kaudalen Enden des 8. und des 7. Wirbels, halb von der ventralen und halb von der kaudalen Seite gesehen, $2\times$ vergr. (Die Gelenkflächen am 8. Wirbel erscheinen wegen ungünstigen Schattenfalles unnatürlich uneben.)



Fig. 6. Der 7., 8. und 9. Wirbel aneinander gesetzt, so wie es der Stellung der Gelenkflächen entspricht; $2\times$ vergr.

Dorsale Gleitflächen finden sich aufwärts bis zum 3. Wirbel, jedoch mit jedem Wirbel nach oben hin ausdrucksloser.

5. Stellung der Gelenkfortsätze. — Die von DÖNITZ und GADOW angeführten Knochenmerkmale sind also nicht von ent-

scheidender Bedeutung für den Halsknick; sie haben zwar Beziehung zu diesem, aber sie sind durch ihn veranlaßt, nicht bedingen sie ihn. Das Entscheidende ist vielmehr ein Moment, welches diese Autoren garnicht bemerkt haben, nämlich die Stellung der Gelenkfortsätze. Diese sind am kranialen Ende des 8. Wirbels der Endfläche des Körpers gegenüber kranialwärts verschoben, am 9. dagegen kaudalwärts. Um dies deskriptiv und in seiner mechanischen Bedeutung klar zu machen, muß ich eine schematische Betrachtung einführen:

Die kraniale Endfläche des Körpers hat die Gestalt einer gekehlten Rolle, vergleichbar der Trochlea am unteren Ende des menschlichen Humerus. Man hat sie auch als sattelförmig bezeichnet, und das ist auch nicht unrichtig, insofern als sie in sagittaler Richtung konvex und in querer Richtung konkav ist. Aber mit Rücksicht auf die Hauptbewegung des Vogelhalses, die dorsale und ventrale Flexion, auf welche es im vorliegenden Zusammenhange allein ankommt, ist doch die Vorstellung einer Rolle das Angemessenere.

Die beiden mit einer solchen Endfläche vergesellschafteten Gelenkflächen nun müssen, um der flexorischen Bewegung kein Hindernis in den Weg zu legen, in sagittaler Richtung nach einem

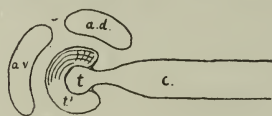


Fig. 7. Schematische Darstellung der für die Bewegung in Betracht kommenden Teile des kranialen Abschnittes des Vogel-Halswirbels in Seitenansicht, wobei zwei Wirbel vereinigt sind, der 8. und 9. *Plotus*-Wirbel, deren einer auf ventrale

Flexion und deren anderer auf dorsale Flexion eingerichtet ist.

a Gelenkfläche, und zwar

a d eines für dorsale Flexion } geeigneten Wirbels
a v eines für ventrale Flexion }

c Körper des Wirbels

t kraniales Ende des Wirbelkörpers mit

t' der gekehlten Rolle.

Radius gekrümmt sein, welcher denselben Mittelpunkt hat, wie der Radius der Endfläche. Dabei kann aber, wie es tatsächlich der Fall ist, die Gelenkfläche der Endfläche gegenüber entweder weiter kranialwärts oder weiter kaudalwärts verschoben sein — ein Verhalten, welches auch bei anderen Vögeln beobachtet wird und von mir schon bei verschiedenen Gelegenheiten besprochen worden ist. Um dies deutlich zu machen, vereinige ich in einer schematischen Figur die beiden von einander abweichenden Stellungen der Gelenk-

flächen (Fig. 7). Die kranialwärts vorgeschobene Stellung der Gelenkflächen findet sich an solchen Abschnitten der Wirbelsäule, welche nur ventraler Biegung, die kaudalwärts zurückgeschobene Stellung der Gelenkflächen an solchen Abschnitten, welche nur dorsaler Biegung fähig sind.

Beim *Plotus* nun sind die kranialen Gelenkflächen vorgeschoben beim 8. Wirbel und bei allen kranial davon gelegenen Wirbeln bis zum 3., zurückgeschoben beim 9. und bei den folgenden Wirbeln bis zum 14. Aber bei keinem Wirbel sind sie so stark vorgeschoben wie beim 8. und bei keinem so stark zurückgeschoben wie beim 9; also die Extreme stoßen hier unmittelbar an einander; es handelt sich nicht um einen Übergang, sondern um einen jähen Wechsel, wie es dem Halsknick entspricht.

Hiermit ist das eigentlich charakteristische Merkmal angegeben, dasjenige, von welchem der Knick des *Plotus*-Halses abhängig ist.

Damit haben wir auch denjenigen Punkt, welcher den Vergleich mit anderen Vogelhalswirbelsäulen ermöglicht. Der *Plotus* hat nichts Spezifisches, nichts, was nicht auch bei anderen Vogelhälsen vorkäme; denn diese Verschiebung und Zurückschiebung der Gelenkflächen findet sich auch sonst, wie ich schon bei verschiedenen Gelegenheiten mitgeteilt habe. Aber dieses Merkmal sowie die übrigen mit dem scharfen Halsknick in Verbindung stehenden Eigentümlichkeiten finden sich doch beim *Plotus* in ungewöhnlicher Steigerung und dadurch in besonders ausdrucksvoller Form, und dieser Umstand wird es möglich machen, wenn man nun andere Vogelwirbelsäulen daraufhin genauer betrachtet, auch sie besser zu verstehen.

Es sind nun noch einige in Vorausgehenden nicht besprochene Züge zu nennen, welche das Bild vervollständigen. Ich will deren drei nennen.

Neigung der Gelenkflächen eines Paares gegen einander. Wir wollen uns auf die kranialen Gelenkflächen beschränken; für die kaudalen gilt natürlich das Gleiche. Die beiden zu einander gehörigen Gelenkflächen, je eine rechte und eine linke, sind in sehr verschiedenem Maße gegen einander geneigt. Die Extreme würden sein, daß das eine Mal die beiden Gelenkflächen ganz sagittal stehen, so daß sie zu einander parallel sind, und daß sie das andere Mal ganz flach stehen, so daß sie, bis zur Mittelebene verlängert, in einander übergängen. Diese beiden Extreme werden nicht erreicht, aber doch eine Annäherung an dieselben. Mehr steil gestellt sind die Flächen am 9. Wirbel und an allen in kaudaler Richtung folgenden bis zum 18., jedoch am steilsten am 9. und in immer mehr

abnehmender Weise mit der Entfernung von diesem. Flach gestellt sind die Gelenkflächen am 8. und an allen kranial gelegenen Wirbeln bis zum 3. (Fig. 3 und 4), jedoch am flachsten am 8. und in immer mehr abnehmender Weise mit der Entfernung von diesem. Aus diesem Sachverhalt scheint hervorzugehen, daß die Steilstellung Beziehung hat zur Dorsalflexion und die Flachstellung zur Ventralflexion. Jedoch ist mir nicht klar, welcher Art diese Beziehung ist. Jedenfalls stehen aber an allen Wirbeln die Gelenkflächen so, daß die beiden Flächen eines Paares einen nach hinten offenen Winkel bilden, also nach dem „Radiustypus“.

Gruben hinter den kranialen Endflächen der Körper. Im vorausgehenden wurde gesagt, daß die Gleitflächen am vorderen Ende der ventralen Seiten des 9. Wirbels durch zwei starke Fortsätze getragen werden, die durch eine Brücke verbunden sind (S. 462). Diese Einrichtung findet sich bis zum 14. Wirbel einschließlich. Dagegen fehlt sie am 8. Wirbel und an allen kranial davon gelegenen Wirbeln. Sie würde ja auch bei der ventralen Biegung im Wege sein. Am 8. Wirbel findet sich nun am kranialen Ende der ventralen Fläche unmittelbar hinter den Endflächen eine Grube (Fig. 3), vergleichbar der Fossa olecrani am Humerus der Säugetiere, so daß an dieser Stelle der Wirbelkörper besonders dünn (in dorso-ventraler Richtung) ist. Diese Grube wiederholt sich bis zum 3. Wirbel, aber in abnehmender Ausprägung mit der Entfernung vom 8. Offenbar steht sie mit der ventralen Biegung im Zusammenhang.

Biegung des Foramen vertebrale. — Infolge der bedeutenden Länge der meisten Halswirbel des *Plotus* (wie auch anderer Vögel) hat das Foramen vertebrale die Gestalt eines Kanales. Dieser Kanal ist am 9. Wirbel nicht völlig gerade, sondern leicht gekrümmt, indem sein kraniales Ende dorsalwärts gebogen ist; die ventrale Wand ist also konvex. Diese Krümmung wiederholt sich bei den folgenden Wirbeln in abnehmendem Maße bis zum 14. Es ist also ein gewisser Betrag der dorsalen Biegung in die Knochen verlegt. Man muß wohl annehmen, daß auch das Rückenmark an dieser dorsalwärts gerichteten Biegung Anteil hat. Es ist ja auch überhaupt eine Frage von nicht geringem Interesse, welche sich bei der Betrachtung der so stark biegsamen Vogelhälsen immer von neuem aufdrängt, namentlich wenn die Biegung die Gestalt eines Knickes annimmt, wie sich dabei das Rückenmark verhalte.

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: 1917

Band/Volume: [1917](#)

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

Artikel/Article: [Über die Halswirbelsäule von Plotus aninga. 454-
468](#)