

## XXXIII.

# Ueber den schallerzeugenden Apparat von *Crotalus*.

[*Zeitschr. f. wissensch. Zoologie etc.* 1856. Bd. VIII. S. 294.]

(Hierzu Taf. 20).

---

Als Material zur vorliegenden Untersuchung dienten mir zwei wohlerhaltene (circa 3 Wiener Fuss lange) Spiritusexemplare von *Crotalus durissus* L. aus Brasilien, welche ich im k. k. Universitätsmuseum in Graz vorfand, und das Endstück einer Schwanzwirbelsäule sammt Klapper, welches mir der verstorbene Custos DORMITZER in Prag vor mehreren Jahren überlassen hatte.

Alles, was ich in der Literatur über den Gegenstand meiner Untersuchung auffinden konnte, reducirt sich auf ein ins Englische übersetztes Citat aus LACEPÈDE's *Hist. nat. des Serpens*<sup>1)</sup> in TODD's *Cyclopaedia* (Part. XXXII, art. »Reptilia« by R. JONES S. 324), auf eine sehr mangelhafte Beschreibung von C. G. CARUS (Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie, Heft II, S. 11) und auf einige weder ausreichende, noch durchgehends richtige Bemerkungen von LEUCKART (siehe dessen *Anatom.-physiolog. Uebersicht des Thierreichs*, 1855, S. 429).

Ich glaube daher nicht, dass die folgenden Mittheilungen überflüssig oder unwillkommen sein werden.<sup>2)</sup>

Das seltsame Instrument, mittelst welches die Klapperschlangen jenes eigenthümliche, ihre gefährliche Gegenwart schon von weitem verrathende Geräusch hervorbringen, ist bekanntlich ein aus meh-

---

<sup>1</sup> LACEPÈDE's Original, sowie VOSMAER's: »Beschrijv. van eene Surinaamsche ratelslang«, 1768, konnte ich mir nicht verschaffen.

<sup>2</sup> Eine kurze vorläufige Notiz über denselben Gegenstand habe ich früher in der böhmischen, von PURKINÈ redigirten Zeitschrift »Živa«, 1852, Jahrg. I, Nr. 1, S. 29 gegeben.

reren hohlen, lose in einander gefügten Gliedern zusammengesetztes Epidermoidalgebilde, welches von der die Schwanzspitze überkleidenden Haut abgesondert und durch die Muskulatur des Schwanzes mittelbar in Vibrationen versetzt wird.

Ich werde der Reihe nach 1) die Schwanzwirbelsäule, 2) die Muskulatur derselben, 3) die Cutis, und endlich 4) die Klapper selbst betrachten, über deren Entwicklung sich aus den anatomischen Daten einige Schlüsse ergeben, die mir für Morphologen und Physiologen von gleich grossem Interesse zu sein scheinen.

### 1) Von der Schwanzwirbelsäule.

Die Schwanzwirbel besitzen vorn eine sphärisch concave Pfanne, hinten einen kugeligen Gelenkskopf, ferner zwei vordere nach oben gerichtete und zwei hintere nach abwärts gekehrte Gelenkfortsätze. Seitlich tragen sie ansehnliche Querfortsätze, welche ich an den fünf ersten Wirbeln jederseits doppelt, vom sechsten an, wiewohl anfangs noch mit deutlichen Spuren der Verwachsung, einfach fand.

In Bezug auf die Deutung dieser Fortsätze ist es bemerkenswerth, dass die letzte Rippe aus zwei über einander liegenden Stücken, einem längeren untern und einem kürzeren obern, wie zusammengewachsen erschien. Es ist übrigens bekannt, dass bei vielen Schlangen die letzte oder die letzten Rippen sogar gabelförmig gespalten vorkommen.

Die oberen Bogenschenkel und Dornen sind, wie gewöhnlich, in der Richtung von vorn nach hinten etwas verbreitert.

Die sogenannten unteren Dornen, welche an den übrigen Wirbeln einfach sind, spalten sich hier allmählich in zwei platte Fortsätze (ungeschlossene untere Bogenschenkel), die bis zu ihrer völligen Trennung immer weiter aus einander rücken. Schon an den letzten Brustwirbeln erkannte ich deutlich die Tendenz zu dieser Spaltung.

Die letzten Schwanzwirbel erscheinen zu einem conischen, von beiden Seiten zusammengedrückten, in zwei abgerundete, mehr oder weniger getrennte Spitzen — eine obere und eine untere — ausgezogenen Knochenstück (Fig. 1) verschmolzen, welches ich den »Endkörper der Wirbelsäule« nennen will. An diesem Endkörper, der beinahe wie eine einfache Exostose aussieht, bemerkt man doch noch so deutliche Spuren jener einzelnen Wirbel, aus deren Verschmelzung er hervorgegangen ist, dass man die Zahl derselben mit ziemlicher Sicherheit ermitteln kann. Nach LEUCKART (l. c.) besteht der Endkörper aus den drei letzten Schwanzwirbeln; ich zählte aber an meinen Exemplaren 7—8 verwachsene Elemente. Diese Differenz, welche sehr auf-

fallend ist, erklärt sich vielleicht ganz einfach aus der Verschiedenheit entweder des Alters oder der Species der von uns untersuchten Thiere.

Der von den oberen Bogen gebildete Wirbelkanal für das Rückenmark setzt sich weit in den Endkörper hinein fort und lässt daselbst nach seiner Eröffnung von innen betrachtet (Fig. 1 *E*) Rudimente von Intervertebrallöchern deutlich erkennen, so dass sich das Rückenmark ohne Zweifel bis in den Endkörper erstrecken wird.

Unterhalb des Wirbelkanals findet man im Endkörper einen weiten Kanal, welcher durch die von unten her mit wuchernder Knochenmasse geschlossenen Querfortsätze und unteren Bogenschenkel der verschmolzenen Wirbel gebildet wird und wahrscheinlich zur Aufnahme von Blutgefässen bestimmt ist (Fig. 1 *E. D*).

Betrachtet man die nach vorn gerichtete Basis des Endkörpers (Fig. 1 *D*), so sieht man in der Mitte eine kleine sphärisch concave Gelenkfläche, über derselben die Oeffnung des Wirbelkanals, unter derselben die des Gefässkanals (?).

Nebst dem Endkörper zählte ich an einem Exemplar 28 freie Schwanzwirbel.

## 2) Von den Muskeln.

Die Muskulatur des Schwanzes, welche aus drei in mehrere Züge und Schichten zerfallenden Hauptmassen — zwei seitlichen oberen zwischen den Dorn- und Querfortsätzen gelegenen, und einer unteren, den Raum zwischen den Querfortsätzen beider Seiten einnehmenden — besteht, zeigt nichts Abweichendes in ihrer Faserung und Anordnung. Hervorzuheben ist nur, dass sie verhältnissmässig sehr kräftig entwickelt erscheint, aber nicht weiter als bis an den Endkörper der Wirbelsäule, an welchen die Cutis unmittelbar festgewachsen ist, reicht. Die Muskeln versetzen daher eigentlich nur die Schwanzwirbelsäule sammt dem Endkörper in überaus rasche zitternde Bewegungen; allein diese theilen sich der am Endkörper befestigten Klapper mit, deren einzelne Glieder sich dann gegenseitig erschüttern und an einander reiben, wodurch ein ganz eigenthümliches Geräusch besteht; und so bilden denn die Schwanzmuskeln den activen Theil des Schall erzeugenden Apparates, ohne doch mit dem passiven Theil desselben, der Klapper, in unmittelbarem Zusammenhang zu stehen.

### 3) Von der Cutis.

Die Cutis, welche die Epidermis absondert, überzieht die Muskulatur des Schwanzes und den Endkörper der Wirbelsäule. An letzterem wächst sie, wie erwähnt, unmittelbar fest, indem sie sich zugleich beträchtlich verdickt. Diesen verdickten Hautüberzug des Endkörpers müssen wir genauer betrachten, weil er die ganze Klapper trägt und die einzelnen Glieder derselben absondert. Er ist kegelförmig und seitlich zusammengedrückt, wie der von ihm eingeschlossene Knochenkern. Ihn theilen zwei tiefe ringförmige Furchen in drei quere Anschwellungen, welche, von vorn nach hinten an Grösse abnehmend, durch seitliche Längsfurchen in je zwei unsymmetrische Hälften, eine obere und eine untere, zerfallen.

Das etwas schwammige, aber doch ziemlich dichte Gewebe<sup>1)</sup> dieser Hautverdickung besteht einfach aus dünnen verfilzten Bindegewebsfasern und erscheint auf dem Durchschnitt fast rein weiss, ob-  
schon die mikroskopische Untersuchung einzelne ramificirte Pigmentzellen überall nachweist, die sich freilich erst gegen die Oberfläche hin so sehr anhäufen und mit compacten rundlichen Zellenformen untermischen, dass die äusserste Schicht der Cutis ganz dunkel gefärbt wird. Ausser den Pigmentzellen habe ich daselbst in dem Stroma der Bindegewebsfasern noch recht zahlreiche mikroskopische Nerven- und Gefässstämmchen eingebettet gefunden; elastische Elemente wurden dagegen gänzlich vermisst.

Noch bemerke ich, dass die Cutis, ehe sie sich zum Ueberzug des Endkörpers verdickt, einen tiefen Falz bildet, der von den letzten Hautschuppen überragt und bedeckt wird (s. Fig. 3, in welcher die zwei letzten Schwanzschienen in einzelne Schuppen zerfallen erscheinen, und Figg. 2 und 8 *a a*).

### 4) Von der Klapper.

LEUCKART hat offenbar Recht, wenn er l. c. sagt: »Den neugeborenen Individuen wird die Klapper ohne Zweifel fehlen. Statt der

<sup>1</sup> CARUS sagt (a. a. O.): »Anstatt nämlich, dass an den übrigen Theilen des Rumpfes die Hornringe des Hautskelets auf gewöhnliche Weise um das mit Muskelfleisch umgebene Nervenskelet und die von ihm umschlossenen Eingeweide entstehen, findet sich um den letzten Schwanzwirbel (?) bloss eine Anhäufung einer wallrathähnlichen (?) weisslichen Masse, und diese, in ihrer Mitte eingekerbte Substanz ist nun gleichsam der Kern, um welchen die Schale des Hautskelets dergestalt sich bildet, dass . . .«

Klapper besitzen diese am hintern Schwanzende gewiss nur einen einfachen hornigen Ueberzug, der nach vorn unmittelbar in die Schuppenhaut übergeht, selbst aber der Schuppen entbehrt und wie eine tubenartige Kappe die Spitze des Schwanzes bekleidet. «

Bei ausgebildeten Thieren besteht jedoch die Klapper aus mehreren (bis 20 ja 40 [?]) hohlen, hornigen Gliedern, welche auf eine eigenthümliche Weise lose, aber sicher an einander hängen, — und hat eine pyramidale, von beiden Seiten zusammengedrückte Gestalt, so dass man an ihr eine rechte und eine linke, je mit einer Längsfurche versehene Seitenfläche; einen obern, dem Rücken des Thieres, und einen untern, dem Bauche des Thieres entsprechenden Rand, eine nach hinten gerichtete Spitze und eine nach vorn gekehrte über das Schwanzende gestülpte Basis unterscheiden kann (Fig. 2).

Die einzelnen Glieder nehmen gegen die Spitze der Klapper an Grösse ab und sind im Allgemeinen dünnwandige, aus einer trocknen, scheinbar homogenen, manchmal von natürlichen Lücken durchbrochenen Hornmasse bestehende Stücke von seitlich abgeplatteter, conisch-mützenförmiger Gestalt und verengter Basalöffnung, welche als genaue Abdrücke der jeweiligen Form der Hautverdickung des Endkörpers durch zwei quere ringförmige Einschnürungen — eine obere (hintere), breitere, und eine untere (vordere), schmalere — in drei Ausbuchtungen zerfallen, die nach oben (hinten) an Grösse abnehmen und durch eine auf jeder der beiden Seitenflächen befindliche Längsfurche in je zwei nicht ganz congruente Hälften getheilt werden (Fig. 4 A—H). Diese Asymmetrie der Hälften, auf deren Folgen ich noch zurückkomme, ist jedoch weniger durch die Lage der Längsfurchen, als vielmehr durch die Form der Ausbuchtungen selbst bedingt, indem dieselben an der, dem Dorsalrande der Klapper entsprechenden schmalen Seite der Glieder näher an einander rücken und niedriger sind, als an der entgegengesetzten.

Die beschriebenen Glieder sind nun so in einander gefügt, dass jedes folgende Glied die mittlere und die obere (hintere) Ausbuchtung des vorhergehenden Gliedes in seine untere (vordere) und mittlere Ausbuchtung aufnimmt (Fig. 7), und dass somit an der unverletzten Klapper nur die untersten (vordersten) Ausbuchtungen der Glieder frei zu Tage liegen. <sup>1</sup>

Öffnet man daher an einer Klapper eine der frei zu Tage liegen-

<sup>1</sup> Beiläufig bemerke ich, dass die unbedeckten Theile der Glieder an den von mir untersuchten Klappern eine glatte glänzende Oberfläche hatten, während die bedeckten meist wie mattgeschliffenes Glas aussahen. Erstere waren zugleich an einem Exemplar weit dunkler gefärbt als letztere.

den Ausbuchtungen, so findet man darin die zweite oder mittlere Ausbuchtung des vorhergehenden Gliedes eingeschlossen, und öffnet man diese, so sieht man die dritte oder Endausbuchtung des zweitnächsten Gliedes hereinragen (Fig. 7 bei 3 und 4).

Trotz dieser dreifachen Ineinanderschachtelung behalten aber die verbundenen Glieder Spielraum genug, um sich innerhalb gewisser Grenzen nach allen Richtungen gegen einander zu verschieben; auch kann eine Flüssigkeit leicht zwischen und in die Glieder eindringen, wodurch dann natürlich die Vibrationen derselben so behindert sind, dass die Schlangen fast gar kein Geräusch mehr hervorbringen können und bei feuchter Witterung besonders gefährlich sein werden.

Dass die verbundenen Glieder nicht aus einander fallen können, liegt hauptsächlich an ihrer verengten Basalöffnung, deren etwas aufgebogener Rand tief in die kreisförmige Einschnürung zwischen der ersten und zweiten Ausbuchtung des vorhergehenden Gliedes eingreift und vorspringt. Fasst man eine Klapper an ihrer Basis und hält sie horizontal, indem man zuerst einen und dann den andern schmalen Rand nach oben kehrt, so macht sich eine auffallende Verschiedenheit des Grades der Verschiebbarkeit der Glieder bemerkbar, welche, von jener oben erwähnten Asymmetrie der Ausbuchtungen herrührend, leicht dazu benutzt werden kann zu bestimmen, welcher der dorsale, welcher der ventrale Rand einer vom Thiere abgelösten Klapper sei (obwohl man dies auch schon an jedem einzelnen Gliede leicht erkennen kann).

Keht man nämlich den Dorsalrand nach oben, so ist die Axe der Klapper nahezu eine gerade Linie (Fig. 5), sieht aber der Ventralrand nach oben, dann krümmt sich die Axe beträchtlich nach abwärts, weil eben die Glieder an diesem Rande aus den angegebenen Gründen in ihrer Verschiebbarkeit weniger limitirt sind (Fig. 6).

Alle von mir untersuchten Klappern liessen deutlich erkennen (Fig. 2), dass ihre eigentlichen Endglieder verloren gegangen waren — bis auf eine, die mit einem Gliede endete, welches nur eine, und zwar seichte quere Ringfurche zeigte (Fig. 4 A). Ich glaube dieses für ein richtiges Endglied halten zu dürfen, weil es eine durchaus glatte glänzende Oberfläche und dunklere Färbung hat, wie die zu Tage liegenden Theile der übrigen Glieder, welche Beschaffenheit die zufällig entblösten versteckten Theile derselben wohl niemals erhalten mögen, und weil es so gestaltet ist, dass es scheint, als ob es immer untauglich gewesen sein müsste, einem weiteren Gliede sichern Halt zu gewähren. Damit soll aber nicht etwa gesagt sein, dass ich jenes Glied für den embryonalen, aus dem Ei mitgebrachten Ueberzug der

Schwanzspitze halte, denn es ist recht gut möglich und sogar wahrscheinlich, dass die Hautverdickung des Endkörpers ihren epidermoidalen Ueberzug erst einige Mal (wie die übrige Haut durchs ganze Leben) spurlos verliert, ehe es zur Bildung von eigentlichen, sitzbleibenden Klappergliedern kommt.

Hinsichtlich der Bildungsweise der Klapper kann man nun aus den mitgetheilten anatomischen Thatsachen, welche in der halbschematischen Zeichnung (Fig. 8) gewissermaassen resumirt sind, Folgendes zum Theil mit Sicherheit, zum Theil mit Wahrscheinlichkeit schliessen :

1) Jedes einzelne Glied bildet sich als härterer, epidermoidaler Ueberzug auf der Hautverdickung des Endkörpers und trennt sich später, gleich der übrigen Epidermis, von der secernirenden Unterlage ab. Es ist klar, dass, da jedes Glied der genaue Abdruck der Form jener Hautverdickung sein muss, aus der Form und Grösse der Glieder auf die verschiedenen Gestalten, welche diese letztere, während des Wachsthums des Thieres und der Bildung der Klapper, successive angenommen hat, zurückgeschlossen werden darf.

Dieser successive Gestalt- und Grössenwechsel der Hautverdickung kann nun offenbar nicht bloss darin bestehen, dass nach vollendeter Absonderung eines Gliedes die ihm entsprechenden drei Anschwellungen der Hautverdickung einfach jene Formen annehmen, welche dem neu abzusondernden Gliede entsprechen, denn dann müssten die jüngeren grösseren Glieder die älteren, kleineren zersprengen, und würde es niemals zur Herstellung einer Reihe in der Art an einander hängender mützenförmiger Stücke kommen, wie wir sie an der Klapper wirklich gesehen haben.

2) Es ist daher vielmehr anzunehmen, dass der successive Gestalt- und Grössenwechsel der Hautverdickung in der Weise vor sich geht, dass die erste (vorderste) Anschwellung derselben, welche die erste Ausbuchtung des eben fertig gewordenen Gliedes absonderte, in jene Form und Grösse sich hineinbildet, welche der Form und Grösse der zweiten (mittlern) Ausbuchtung des neu abzusondernden, nächst jüngern Gliedes entspricht, während die zweite (mittlere) Anschwellung, welche die zweite (mittlere) Ausbuchtung des eben vollendeten Gliedes absonderte, jene Form- und Grössenverhältnisse erhält, die der dritten oder Endausbuchtung des neuanzusetzenden Gliedes entsprechen.

3) Allein auch dies würde begreiflicher Weise noch nicht ganz zum Ziele führen; und wir sind — so seltsam der einer fortschreitenden Wellenbewegung vergleichbare Vorgang auch erscheinen mag — gezwungen als ein weiteres Postulat hinzuzusetzen, dass während der

sub 2 angedeuteten Veränderungen, die zweite Anschwellung der Hautverdickung zugleich allmählich an die Stelle der dritten (hintersten), die erste hingegen an die Stelle der zweiten rücken müsse, und dass sich in dem oben erwähnten, von den letzten Hautschuppen verdeckten Falz eine neue Anschwellung erheben müsse; welche die erste Ausbuchtung des neuen Gliedes absondern wird.

Fassen wir dabei nun auch die zwischen den Anschwellungen des Hautüberzuges des Endkörpers befindlichen queren Einschnürungen ins Auge, so werden sie offenbar den Thälern zu vergleichen sein, welche die fortschreitenden Wellenberge (hier Hautanschwellungen) trennen!

Hiermit glaube ich die Bildungsweise der Klapper von *Crotalus* im Allgemeinen richtig skizzirt und einen ebenso neuen als interessanten Entwicklungsvorgang aufgedeckt zu haben.

Schliesslich bemerke ich nur noch, dass die Auffindung und genauere Ermittlung der einzelnen angedeuteten Stadien der Bildungsgeschichte der Klapper von *Crotalus* — (namentlich hinsichtlich des Verhornungsprocesses) —, sowie die Entscheidung der Frage, ob bei jeder Häutung immer ein neues Glied angesetzt wird, späteren, ausgedehnteren Untersuchungen überlassen bleibt, denn beide von mir untersuchten Thiere befanden sich gerade in der Periode, wo das jüngste oder Basalglied der Klapper, eben erst vollständig entwickelt, noch als genau anliegender, kappenförmiger Ueberzug auf der Hautverdickung des Endkörpers der Wirbelsäule aufsitzt.

Graz, im April 1856.

---

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel 20.

Die Abbildungen sind in natürlicher Grösse von einem meiner Zuhörer, Herrn stud. pharm. JOH. TSCHOPP, dem ich hiermit für seine freundliche Unterstützung öffentlich Dank sage, ausgeführt; nur die halbschematische Darstellung Fig. 8 habe ich selbst entworfen.

Fig. 1. *A* die letzten freien Schwanzwirbel mit dem »Endkörper der Wirbelsäule«, von der rechten Seite; *B* der »Endkörper« von oben; *C* der »Endkörper« von unten; *D* nach vorn gekehrte Basis des »Endkörpers«; *E* senkrechter Durchschnitt des »Endkörpers« in der Mittelebene.

Fig. 2. Schwanzende eines *Crotalus*, sammt Klapper, an der das letzte Glied zerbrochen ist, von der rechten Seite gesehen.

Fig. 3. Schwanzende eines *Crotalus* nach Entfernung der Klapper, von unten. Man sieht die den »Endkörper« überkleidende Hautverdickung, an welcher die Klapper durch das jüngste Glied befestigt war. Die beiden (drei?) letzten Schwanzschienen sind in einzelne Schuppen zerfallen.

Fig. 4. *A—H* die einzelnen Glieder einer zerlegten Klapper, von der linken Seite gesehen. *A* ältestes oder Endglied u. s. w. . . . *F'* und *F''* stellen das Glied *F* von den schmalen Seiten dar, *F'* von der Bauch-, *F''* von der Rückenseite.

Fig. 5 und 6. Natürliche Lagerung der Glieder einer am Basalgliede gefassten frei in horizontaler Richtung gehaltenen Klapper — wenn der Dorsalrand nach aufwärts gekehrt wird (Fig. 5), und wenn der Bauchrand nach oben sieht (Fig. 6).

Fig. 7. Ein Stück einer von der linken Seite aufgebrochenen Klapper, um die dreifache Ineinanderschachtelung der Glieder zu zeigen.

Man sieht deutlich, wie die erste Ausbuchtung des Gliedes (3) die zweite Ausbuchtung des Gliedes (2) umschliesst, und dass in diese letztere noch das Ende des Gliedes (1) hineinragt. In gleicher Weise sieht man die Glieder 2, 3 und 4 in einander gefügt.

Fig. 8. Schematische Darstellung des Schwanzendes sammt Klapper. Man sieht das letzte Stück der Schwanzwirbelsäule und den Endkörper. Die Muskulatur, welche nur bis an den Endkörper reicht und somit nur den weiss gelassenen Raum auf der Wirbelsäule und zwischen dieser und der schattirten Haut einnimmt, ist weggelassen. Die Haut, an der Schattirung und ihren sägeförmigen Schuppen kenntlich, bildet, ehe sie an den Endkörper als stark verdickter Ueberzug unmittelbar festwächst, einen tiefen ringförmigen Falz (*a, a*), der von den letzten Schuppen bedeckt ist. Die Klapper besteht aus 10 Gliedern, deren erstes und jüngstes als kappenförmiger, in diesem Falle genau anliegender Ueberzug auf der Hautanschwellung des Endkörpers aufsitzt und die ganze Klapper trägt und an das Schwanzende befestigt. Die dreifache Ineinanderschachtelung der Glieder der Klapper ist klar.