

Der Bienenstachel.

Von

August Sollmann in Coburg.

Mit Tafel XXXVII.

Zur Erhaltung seiner Existenz hat jedes Thier Organe erhalten, die es theils zu seiner Vertheidigung, theils zum Angriff gegen stärkere oder schwächere Gegner gebraucht. Diese Waffen sind bei der Mannichfaltigkeit der Leibesform und Lebensweise der Thiere an verschiedene Körpertheile gebunden. Bei einigen sind dieselben über die ganze Körperoberfläche gleichmässig vertheilt, bei andern sind sie auf die Locomotionsorgane beschränkt, bei wieder andern entweder an das vordere oder hintere Leibesende verlegt. Zu letzteren gehört die Honigbiene und ihre Waffe ist der gefürchtete Stachel. Dieser ist aber unter denselben nur dem weiblichen Geschlechte eigen. Bei dem ausgebildeten und flugfähigen Geschöpfe liegt er im Zustand der Ruhe zurückgezogen in der Leibeshöhle. Seine Spitze ist nach aussen gerichtet; die übrigen Theile liegen weiter nach hinten. So lange die Imago dieses Insects noch Larve ist, finden sich vom Stachel an der betreffenden Stelle noch keine Andeutungen. Erst in der Zeit, in welcher die Larve zur Nymphe wird, bildet sich das letzte Leibessegment zum Stachel um. Bei einer ungefärbten Nymphe ragt der grösste Theil desselben noch aus dem Leibe hervor. Je mehr sich aber dieselbe bräunt, desto weiter tritt er zurück. Schlüpft das lebensfähige Insect aus seiner Brutzelle hervor, so hat der Stachel seine normale Lage eingenommen. Mit seinen unteren Theilen ruht er auf der letzten Bauchschiene. Bei einer geschlechtlich ausgebildeten weiblichen Biene, bei einer Bienenkönigin, liegt über dem Stachel die Geschlechtsöffnung und über dieser der After. Bei einer Arbeiterin hingegen ist der ganze Geschlechtsapparat verkümmert und die Geschlechtsöffnung als nicht vorhanden zu betrachten. Es liegt deshalb der After unmittelbar über dem Stachel. Im Nachfolgenden will ich den Stachel einer Arbeiterin und seine Einrichtung beschreiben und muss bemerken, dass der Stachelapparat der übrigen Apiden und Schlupfwespen von ähnlicher Einrichtung ist.

I. Die Theile des Bienenstachels.

Der Stachel einer ausgebildeten Arbeiterin besteht aus den Chitintheilen mit den daran inserirten Muskeln und der Giftblase.

A. Die Chitintheile.

Um die Chitintheile ohne Zerstörung ihres Zusammenhangs der Beobachtung von allen Seiten zugänglich zu machen, ist es gerathen, den Stachel so lange in Aetzkali zu kochen, bis sich alle Fleischtheile desselben aufgelöst haben. Dieselben bestehen dann aus zwei Hauptabtheilungen: aus dem eigentlichen Stachel und dem sogenannten Knöpfchen.

a. Der eigentliche Stachel.

Derselbe besteht wieder aus mehreren Theilen: aus der Rinne mit ihren beiden bogenförmigen Schenkeln, aus der Gabel und den zwei Stechborsten.

1. Die Rinne und ihre zwei Schenkel.

Die Rinne ist das derbste Stück dieser Abtheilung und ihr sind die oben genannten Theile des Stachels mehr oder weniger fest eingefügt. Sie bildet wie eine umgelegte Dachrinne eine nach unten offene Halbröhre (Fig. I, 1 u. 2.). An ihrem vordern Ende ist sie abgerundet (Fig. I, 3.) und es ergibt sich daraus, dass sie zum Stechen eigentlich untauglich ist. Es muss ihr daher eine andere Verrichtung zugewiesen sein. Nach hinten zu wird sie breiter und ihre unteren geradlinigen Ränder sind daher divergirend (Fig. I, 6 u. 7.). Diese Ränder haben Aehnlichkeit mit dem Grad einer Leiste, welche der Tischler in eine Nuth eintreibt (Fig. II, 23). Auf ihnen schieben sich die Stechborsten hin und sie bilden daher eine Art Schlitten. Hat der Stachelapparat chitinirt und ist bereits braun gefärbt, so lässt sich die Gestalt der Schlitten schwer erkennen. Sehr deutlich tritt sie bei solchen Imagines hervor, an deren Augen das Pigment erscheint. Das hintere Ende der Rinne ist an den drei übrigen Seiten bauchförmig erweitert oder gekröpft (Fig. I, 4). Dieser Kropf hebt sich mit seinen unteren Rändern vor den beiden Schlitten ab und legt sich über letztere auf die Weise hinweg, dass zwischen beiden noch hinlänglich Raum für die Stechborsten übrig bleibt (Fig. I, 10 u. 11. Fig. V, 10). Diese übergeschlagenen Ränder dienen den Stechborsten zur Befestigung auf den Schlitten (Fig. V, 10). Der hintere, freie Rand des Rinneknöpfes ist etwas zusammengezogen und seine obere Fläche leicht gesenkt (Fig. I, 5). Die Oberfläche der Rinne selbst ist spiegelglatt und weder mit Widerhaken¹⁾ noch andern Unebenheiten besetzt.

1) Prof. Dr. C. G. Giebel giebt in seiner »Naturgeschichte des Thierreichs Bd. IV. Gliederthiere. Mit 764 Abb. Leipzig, O. Wigand 1863« folgende Beschreibung des Bienenstachels: »Im ruhenden Zustand umhüllt den Stachel eine zweikiappige Scheide; acht kräftige Muskeln schieben ihn hervor, wobei zugleich die Scheidenklappen zu-

Am Ende der Rinne setzen sich die beiden Schlitten als nach oben gekrümmte (Fig. I, 8 u. 9) und an ihrer Basis biegsame Schenkel fort. Kurz vor ihren Enden sind ihnen die Stiele der oblongen Platten gelenkartig eingefügt (Fig. I, 18 u. 19).

2. Die Gabel.

In ihrer Form hat dieselbe vollkommene Aehnlichkeit mit dem gabelförmigen Brustknochen der Vögel (Fig. I, 13—17) und eine genauere Beschreibung derselben ist daher überflüssig. Die Enden ihrer beiden kurzen Schenkel sind unter einem Winkel nach unten gebogen (Fig. V u. VI, 40) und liegen damit den verdickten Rändern der Stechborstenplatten (Fig. V, 32 b) an. Bei ihrer Krümmung sind sie an den beiden freien Seiten des Kropfrandes gelenkartig angewachsen (Fig. V u. VI, 13 u. 14). Im Zustande der Ruhe liegt das gemeinschaftliche Endstück der Gabel (Fig. VII, 17) auf dem abschüssigen Rande des Rinnenkropfes. Wird die Gabel nach hinten gelegt, so beschreiben die abwärtsgerichteten Schenkelenden einen Bogen nach vorn und schieben damit zugleich die anliegenden Stechborsten nach aussen.

3. Die beiden Stechborsten.

Dieselben sind zwei scharf zugespitzte, steife Chitindolche mit nach oben gebogenen Schenkelenden (Fig. II u. III, 20 u. 21. Fig. IV). Auf ihrer obern Seite haben dieselben ihrer ganzen Länge nach eine nuthförmige Vertiefung (Fig. II u. III, 22. Fig. IV, 29), eine Coulisse, in welche der Schlitten der Rinne eingeschoben ist (Fig. II, 23). Bei einer weissen Nymphe zeigt diese Coulisse vier deutliche Contouren. Der Raum zwischen den beiden mittleren Contouren ist heller als die beiden ihm zu Seiten liegenden Räume, weil das Licht von dem Object zwischen den mittleren Contouren nur zweimal, bei den äusseren dagegen viermal gebrochen wird. Diese Coulissen reichen nicht ganz bis zum Ende der Stechborsten (Fig. IV, 29). Letzteres ist massiv und sehr spitz. Ausserdem sind die Stechborsten ihrer ganzen Länge nach hohl. In diese Höhlung reicht ein Tracheenast (Fig. IV, 39) und ein Nervenstrang (Fig. IV, 38) fast bis zur massiven Spitze hinein. Oft tritt die Trachee von der Spitze etwas zurück und erscheint geschlängelt. Daraus kann geschlossen werden, dass die Höhle verhältnissmässig geräumig ist. Von welchen Hauptstämmen aber diese Stränge ausgehen, konnte ich durch directe Beobachtung nicht nachweisen. Kurz vor der Spitze sind die äusseren Ränder der Stechborsten mit 6—10 rückwärts gerichteten, sägezähnerückweichen.

Der Stachel selbst besteht aus drei Theilen, nämlich einer an der Spitze gezähnten Rinne, und zwei gleichfalls rückwärts gezähnten Borsten, die so scharf sind, dass man bei mittlerer Vergrösserung ihre eigentliche Spitze noch nicht erkennt. Die sägenartige Beschaffenheit ihrer Ränder erklärt das häufige Steckenbleiben des Stachels in der Wunde. An der Wurzel dieses Wehrapparats liegt eine Giftblase, deren Inhalt auf der Rinne abfließt. «

artigen Widerhaken (Fig. II. III. IV, 24) besetzt. Letztere sind sehr spitz und die Ursache, das der Stachel nicht bloß in einer Fleischwunde stecken bleibt, sondern auch nach dem Losreißen von seiner Anheftung bei fortgesetzter Muskelcontraction noch weiter in die Wunde einzudringen vermag. Eigenthümlich erscheint es, dass die Bienen bei ihren Kämpfen unter sich den Stachel wieder zurückziehen vermögen, während er in der Haut und den Muskeln der Wirbelthiere ausnahmslos stecken bleibt. Dies hat seinen Grund darin, dass bei letzteren das Fleisch nach dem Eindringen des Stachels sofort wieder in seine verdrängte Lage zu gelangen sucht. Es füllt daher augenblicklich die Räume oberhalb der Widerhaken aus. Beim Zurückziehen müssten die Widerhaken die Muskelfasern durchsägen oder durchreißen. Der Widerstand der durchbohrten Muskelfaser ist aber grösser als der Zusammenhang der Anheftung des Stachels und er reisst daher ab. Sticht aber die Biene durch eine Chitinhaut, so wird das Verhältniss anders. Die Chitinhäute schliessen sich nämlich nicht so schnell und vollständig wieder als die weiche Muskelmasse. Je weiter aber die Biene mit ihrem pfriemenförmigen Stachel die Chitinhaut durchsägt, desto grösser wird die entstehende Oeffnung und desto weniger werden dann die Widerhaken an den steifen Rändern der letzteren anstreifen und den Stachel zurückhalten.

Die Stechborsten laufen unter jenen abgehobenen Rändern des Rinnenkropfes auf den Schlitten hinweg (Fig. V, 40 u. 34) und werden von denselben gehalten. Zugleich steigt aber unter dem Rinnenkropf von jeder Stechborste eine Platte schiefwinklig in die Höhe (Fig. IV u. V, 32 a-b u. 33). An ihren hintern Rändern sind diese Platten dick chitinirt. Nach vorn verlaufen sie in eine biegsame und durchsichtige Haut (Fig. IV, 33), die mit ihrem Rande der innern Kropfwand angewachsen ist. Liegen die Stechborsten in Ruhe, so ist die Haut dieser Platten ausgespannt. Werden aber dieselben nach aussen geschoben, so biegen sich diese Häute so weit um, als die Stechborsten von hinten nach vorn aus ihrer Lage gerückt werden (Fig. V, 33).

Hinter diesen Platten sind die Schenkel der Stechborsten nach oben gebogen (Fig. IV, 34) und umschliessen von unten aus die Rinnenschenkel scheidenförmig (Fig. VII u. IX). Sie sind ebenfalls weich und biegsam und ihre Ränder mit Häuten besetzt (Fig. IV, 35 u. 36), von denen die innern sich mit einander verbinden und eine zusammenhängende Haut bilden (Fig. VIII, 36). Diese Haut schlägt sich mit ihrem hintern Rande nach unten und aussen um und inserirt sich auf der letzten Bauchschiene. Dadurch ist die Leibeshöhle nach unten geschlossen und dem Stachel zugleich ein Spielraum zur ungehinderten Bewegung gelassen. Die äussere Haut steigt nach oben und verdeckt die vorhandenen Durchgänge des Stachels. Den hintern Enden der bogenförmigen Stechborstenschlenkel sind die gekrümmten Winkelarme (Fig. VII, 52) gelenkartig eingefügt (Fig. IV, 37).

b. Das Knöpfchen.

Dasselbe sitzt dem eigentlichen Stachel wie ein Stecknadelkopf auf. Es besteht aus zwei gleichartigen Hälften und seine einzelnen Theile sind immer paarig vorhanden. Zwei paarige Stücken davon sind plattenartig ausgebreitet und gleichen ihrer Form nach einem Oblongum und einem Quadrat.

4. Die zwei oblongen Platten

sind nach aussen gewölbt und legen sich ihrer Länge nach mit ihren concaven Flächen dem Rinnenkropf seitlich an (Fig. VII, 49 u. 50; Fig. VIII, 49). Der obere Rand derselben ist seiner ganzen Länge nach verdickt und springt nach innen vor (Fig. VII, 46 u. 47). Dadurch erhalten diese Platten ihre Stärke und Unbiegsamkeit. Nach hinten gehen sie ziemlich plötzlich auf der untern Seite in derbe Stiele (Fig. VII, 48 a-b) über, die in die Rinnenschenkel gelenkartig eingefügt sind. Die unteren Ränder der oblongen Platten legen sich in

5. die Rinnenwulst

um. Auf dem Scheitel des Rinnenkropfes vereinigen sich die Verlängerungen dieser Ränder und bilden eine Haut. Diese Wulst ist also eigentlich auch als ein paariges Gebilde zu betrachten. Ihre dorsale Fläche ist kahl, die ventrale dagegen dicht mit kurzen und starken Haaren besetzt (Fig. IX, 65). Mit ihrem hintern Ende ist sie an dem freien Rande des Rinnenkropfes befestigt. Der vordere Rand schlägt sich nach hinten etwas um, ist dann kahl, steigt in die Höhe und geht in den Mastdarm über. Seine aufsteigenden Seiten sind mit den vordern Plattenrändern verwachsen und schliessen dadurch den Inhalt der Leibeshöhle nach aussen ab. Bei der Action des Stachels schlägt sich diese Wulst etwas um und zieht sich nach hinten mit dem After zurück.

Die vorderen Ränder der oblongen Platten verschmälern sich in

6. die Stachelscheiden.

Diese Verlängerungen laufen nach vorn spitz zu und sind auf der innern Fläche rinnenförmig ausgehöhlt und kahl (Fig. VII, 44 u. 45). Ihre äussere Seite ist gewölbt und behaart (Fig. VII, 42 u. 43). Im Zustande der Ruhe umgeben die beiden Rinnen den eigentlichen Stachel wie eine Scheide. Wird der Stachel aus dem Hinterleib hinausgestossen, so nehmen die Stachelscheiden eine aufrechte Stellung an und entblössen die Stachelspitze. Etwa bei dem hintern Drittel (Fig. VII, 57 u. 58) der verdickten Ränder der oblongen Platten sind

7. die Winkel

mit ihren geraden Schenkeln (Fig. VII, 53 u. 54) gelenkartig eingefügt. Nach den Scheiteln zu verdicken sich letztere etwas. Sie sind aber kürzer und schwächer als die anderen, die gekrümmten Arme (Fig. VII u.

VIII, 54 u. 52). Letztere biegen sich merklich nach aussen, steigen mit ihren verschmälerten Enden über die Rinnenschenkel hinüber und fügen sich den gebogenen Schenkeln der Stechborsten articulirt ein (Fig. VII, 37). Den Scheiteln dieser Winkel sind

8. die quadratischen Platten

eingefügt (Fig. VII, 55 u. 56, 64 — 64). Auf drei Seiten sind die Ränder dieser Platten nach innen vorspringend verdickt. Die stärkste Verdickung ist auf die obersten Ränder (Fig. VII, 64 u. 62) verlegt. An dem einen Ende sind dieselben halbkreisförmig erweitert (Fig. VII, 63 u. 64) und am andern Ende nach hinten in je einen kurzen Stiel zusammengezogen, mit dem sie eingefügt sind. Die Flächen dieser Platten sind wellenförmig. Im Ruhezustand bedecken die quadratischen Platten theilweise die oblongen. Die vorderen Ränder sind, wie schon oben angegeben, mit der aufsteigenden Haut der Rinnenwulst verwachsen.

B. Die Musculatur des Stachels.

Ausser dem erwähnten Zusammenhange stehen die Chitintheile des Stachels noch durch zehn kräftige Muskeln unter einander in Verbindung, welche die Bewegung derselben einleiten und dirigiren. Dieselben sind ebenfalls auf die beiden Hälften gleich vertheilt und also paarig vorhanden. Vier Paare davon sind an den innern Flächen der Chitintheile, das fünfte Paar auf der äussern Fläche des Knöpfchens befestigt.

Unterm Mikroskop zerfallen die Muskelbündel in lauter stielrunde, dicke, quergestreifte Fasern. Besondere Bänder, denen sie wie bei den Antennen aufgewachsen wären, habe ich nicht finden können. Sie müssen daher den obersten Chitinschichten eingewachsen sein.

Die folgenden Namen der Muskeln habe ich nach ihrer Stellung und Anheftung gewählt und darnach dieselben in vier schiefe und sechs gerade Muskeln getheilt.

a. Die schiefen Muskeln.

Sie zerfallen wieder in die äussern und innern schiefen Muskeln.

1. Die zwei äussern schiefen Muskeln.

Diese Muskeln (Fig. IX, *Aa* u. *Ab*) sind zwar gross und mächtig, aber trotzdem entziehen sie sich leicht der Beobachtung, da sie beim Losreissen des Stachels gewöhnlich im Bienenleibe zurückbleiben. Am leichtesten kann man sie betrachten, wenn man die Bauchseite des Bienenabdomens bis zur ausgerandeten Schwanzschiene so aufschneidet, dass der Stachel von der Scheere nicht verletzt wird. Legt man die Bauchschiene dann vorsichtig aus einander, befestigt sie auf der Unterlage und hebt die Luftstücke behutsam auf die Seite, so treten diese Muskeln, indem man die Stachelspitze noch etwas in die Höhe hebt, mit ihren In-

sertionsstellen deutlich dem Blick entgegen. Weil diese Muskeln nicht so leicht als die übrigen zu beobachten sind, so haben sie verschiedene Anatomen übersehen.

Mit ihren Köpfen sind diese Muskeln den innern seitlichen Vorsprüngen der vorletzten Rückenschiene angewachsen (vergl. Fig. IX, 67 *a* u. *b*). Mit ihren Schwänzen sitzen sie in den äussern Vertiefungen der quadratischen Platten. Sie laufen daher schief an den Seiten des Abdomens vom Rücken nach dem Bauche und vom hintern Leibesende nach dem Kopfe zu. Nach aussen sind sie von einer chitinartigen Haut bedeckt (Fig. IX, 36 *b*), durch welche nun also auch die Leibeshöhle zu beiden Seiten von aussen abgeschlossen ist. Diese Haut lässt dem Stachel ebenfalls einen weiten Spielraum in seiner Bewegung nach aussen zu. In derselben Gegend, in welcher die schiefen Muskeln auf der Aussen-seite der quadratischen Platten angewachsen sind, haben sich

2. die zwei innern schiefen Muskeln

mit ihren Schwänzen auf der innern Fläche derselben inserirt (Fig. IX, *Ba* u. *Bb*). Dieselben verlaufen in diametraler Richtung über die quadratischen Platten nach der Basis der Stachelscheiden zu und sind dort an denselben mit ihren Köpfen angewachsen.

b. Die geraden Muskeln.

Von den geraden paarigen Muskeln sind

3. die zwei Gabelmuskeln

am mächtigsten (Fig. IX, *Da* u. *Db*). Mit ihren Köpfen sind dieselben da angewachsen, wo die Schenkel der Gabel vereinigt sind und verdecken dadurch grösstentheils die Gabel. Sie laufen mit dem Rinnenkropf parallel und heften sich mit ihren Schwänzen der innern concaven Fläche der ohlongen Platten an.

4. Die zwei Schenkelmuskeln.

Diese Muskeln (Fig. IX, *Ca* u. *Cb*) sitzen mit ihren Köpfen an den Enden der Rinnenschenkel und mit ihren Schwänzen an der halbkreisförmigen Verdickung der Ränder der quadratischen Platten. An denselben Stellen ist der Stachel an den Rückentheilen in der Leibeshöhle aufgehängt und sind auch

5. Die zwei Winkelmuskeln

mit ihren Schwänzen inserirt (Fig. IX, *Ea* u. *Eb*). Von da aus laufen letztere über die Schwänze der innern schiefen Muskeln hinweg und sind mit ihren Köpfen theils den geraden, theils und hauptsächlich den gekrümmten Armen der Winkel angewachsen.

Sämmtliche Muskeln wirken wie alle quergestreiften Muskeln. Durch die Contraction ihrer Fasern erweitern sich ihre Querdurchmesser und

verkürzen sich die Längsdurchmesser. Alle verschiebbaren Theile, die damit zusammenhängen, werden dadurch zur Veränderung ihrer gegenseitigen Lage genöthigt. Zur Contraction werden sie durch die eingesenkten Nervenstränge bestimmt. Bei den Gabelmuskeln (Fig. IX, 77) und den inneren schiefen Muskeln (Fig. IX, 76) konnte ich die Einsenkung der Nervenstränge, die von dem hintersten Bauchganglion (Fig. IX, 74) ausgingen, beobachten. Natürlich gehen aber auch zu den andern Muskeln Nervenstränge; aber es ist mir nicht gelungen, dieselben nachzuweisen.

Um unsere Abbildung (Fig. IX) nicht zu überladen und undeutlich zu machen, habe ich die bilateralen Tracheen, die sich mit ihren zahlreichen Aesten über die Muskeln verbreiten, weggelassen.

Im Laufe dieser Abhandlung habe ich an den betreffenden Stellen dargethan, wie der Leibesinhalt an allen Seiten von aussen abgeschlossen ist. Nur durch eine kleine Oeffnung könnte das Blut der Biene noch einen Ausweg finden; nämlich durch das Lumen der Rinne entlang. Diese Oeffnung ist aber durch den Hals

C. der Giftblase

verschlossen (Fig. IX, 69—73), welche hinter den aufsteigenden Platten der Stachelborsten der Innenwand des Rinnenkropfes ringsum angewachsen ist. Nach der Leibeshöhle zu erweitert sich derselbe in eine verhältnissmässig voluminöse Blase, in die Giftblase, die plötzlich wieder in ein langes Rohr übergeht, das sich kurz vor seinem Ende in zwei blind endigende Arme theilt. Dieses Rohr reicht ziemlich weit in die Leibeshöhle vor. Die Wände desselben, so wie die der Blase, sind muskulös. Sie treiben durch ihre Contraction das Gift in die Stachelrinne, das dann auf den Stachelborsten tropfenweise (Fig. III, 28) abfließt. Kann es nicht in eine Wunde fließen, so wird es auf der Bauchschiene des Schwanzes abgestreift und verdunstet. In die Giftblase tritt es nicht wieder zurück.

Nun muss ich noch des *v. Siebold'schen* Schlauches gedenken. *Leuckart* betrachtet ihn als zum Stachel gehörig und nimmt an, dass seine Aussonderungsstoffe (wie er aus dem Geruch schliessen zu dürfen glaubt, den man bei einem Bienenstich, der in's Gesicht applicirt wird, wahrnehme) die Gelenke des Stachels einschmiere. Ich habe, wie *v. Siebold*, ebenfalls keinen directen Zusammenhang dieses Gebildes mit dem Stachel nachweisen können und daher hier nur eine Andeutung davon gegeben.

II. Der Mechanismus des Stachels.

Die Bewegungen des Stachels werden durch die zehn Muskeln, die oben beschrieben wurden, hervorgebracht. Von ihnen werden entweder alle Theile des Stachels in eine andere Lage zu ihrer Umgebung ge-

bracht, oder nur einzelne Theile des Stachels verändern ihre normale Stellung. Darnach haben wir zu betrachten:

A. Die Bewegung des ganzen Stachels.

a. Das Verschieben des Stachels.

Dasselbe hat den Zweck, den Stachel aus dem Hinterleib herauszustossen. Dabei verändern nicht alle Theile des Stachels in gleicher Zeit ihre normale Stellung gleichweit, sondern einzelne Theile legen einen grösseren Weg als die übrigen zurück; ja zwei Punkte desselben sind so gut als ruhend zu betrachten. Um diese bewegen sich die andern in einem Bogen. Sie sind die Drehpunkte und da sie in einer Ebene liegen als ein einziger hier zu betrachten. (In der schematischen Fig. X liegt der Drehpunkt in *F*.)

Die Kräfte nun, welche den Stachel aus seiner Lage treiben sollen und in der Contraction der Muskeln liegen, brauchen, mechanisch ausgedrückt, Stütz- und Angriffspunkte. Die paarigen Stützpunkte dieser Kräfte sind die dorsalen Vorsprünge des Skelets, weil an ihnen die äussern schiefen Muskeln befestigt sind (Fig. X, *St*). Die Stellen, wo letztere mit ihren Schwänzen auf den quadratischen Platten sich inseriren, sind die Angriffspunkte der Kräfte (Fig. X, *G*). Die Stützpunkte liegen weit nach aussen in der Richtung, nach welcher der Stachel bewegt werden soll. Da überhaupt die paarigen Muskeln immer in gleicher Richtung und gleichzeitig wirken, so wollen wir im Folgenden der Uebersichtlichkeit halber nur von der einen Hälfte dieses Mechanismus reden.

Contrahirt sich nun der äussere schiefe Muskel (Fig. X, *A*), so wird die quadratische Platte (*Fzy*) angezogen und rückt dem Stützpunkt (*St*), einen Bogen beschreibend, um so viel näher, als sich der Muskel verkürzt hat. Der Stiel der quadratischen Platte (*y*) ist aber dem Winkel (*wxy*) eingefügt und liegt mit dem gekrümmten Arm (*yx*) desselben in ziemlich gerader Richtung. Wenn nun der Stiel der quadratischen Platte der Bewegung der letzteren folgen muss, so wird ersterer zunächst auf den geraden Arm des Winkels (*yw*) wirken müssen und dadurch die oblonge Platte (*stu*) nach unten drücken. Der Insertionspunkt des Stiels der oblongen Platte (*u*) ist aber in diesem Falle als feststehend zu betrachten und die Wirkung des nachhaltigen Drucks wird daher hauptsächlich die vordern Theile der oblongen Platte treffen. Dadurch wird die Stachelscheide nach unten geschoben und die Spitze des Stachels entblösst. Beide Theile werden sich aber nur so weit niederdrücken lassen, als es die Spannung des innern schiefen Muskels (*B*) erlaubt und dieselben sich der Bauchschiene auflegen. Die übrige Kraft wird dann erst unter starker Reibung den Stachel aus dem Hinterleib herausziehen. Durch diese Einrichtung würde aber der Stachel nicht nur sehr schwer, sondern auch unvollständig bewegt werden können.

Das vollständige und mit Leichtigkeit ausgeführte Vorschieben des Stachels wird durch die gleichzeitige Contraction des innern schiefen Muskels (*B*), dessen einer Anheftungspunkt mit dem Angriffspunkt des andern Muskels zusammenfällt (*G*) und dessen anderer Anheftungspunkt an der Basis der Stachelscheide (*t*) liegt, erreicht. Contrahirt sich nämlich dieser Muskel gleichzeitig mit jenem, so hebt er dessen oben erwähnte Wirkung auf die oblonge Platte nicht blos auf, sondern sucht die oblonge Platte und den geraden Arm des Winkels nach hinten zu drängen. Dies kann aber nicht vollständig erfolgen, weil der äussere schiefe Muskel nach vorn zieht. Es wird nun jetzt der Insertionspunkt des geraden Winkelarms (*w*) zu einem Drehpunkt und der verdickte Rand der oblongen Platte zu einem Hebel mit zwei ungleichen Armen (*uw* u. *wt*). Der innere schiefe Muskel zieht nun aber das äusserste Ende des längern Hebelarms nach hinten. Wird nun der längere Arm des Hebels rückwärts gezogen, so muss sich der kürzere Arm desselben und mit ihm der daran befestigte Stachel nach aussen schieben. Gleichzeitig wird dadurch auch der Rinnenschenkel etwas nach unten gedrückt und dies ist um so leichter zulässig, weil er sich an seiner Basis ohne grossen Kraftaufwand biegen lässt. Haben die Chititheile des Stachels die erwähnte Stellung unter sich eingenommen, so wird dann der ganze Stachel noch um so viel aus dem Hinterleib hervorgetrieben werden, als der äussere schiefe Muskel sich weiter zu verkürzen im Stande ist. Natürlich wird die kleinste Stelle, um welche der Stachel nach aussen rückt, auch eine dem Obigen entsprechende Veränderung der Stellung der einzelnen Theile zu einander zur Folge haben. (In unserer Fig. X sind die Muskeln *Av* u. *Bv* um ein Viertel ihrer ursprünglichen Länge verkürzt.)

Durch diesen Mechanismus ist es auch zugleich gegeben, dass die Stachelspitze nach oben geschoben wird (Fig. X). Die Biene würde aber dabei nur beschwerlich von ihrer Waffe Gebrauch machen können und das herausgedrückte Gift würde entweder wieder zurückfliessen oder nur in ganz unbeträchtlichen Mengen an seinen Bestimmungsort gelangen. Die nöthige Senkung der Stachelspitze wird von der Biene durch die Veränderung der Richtung der Längsachse ihres Abdomens bewerkstelligt. Nach dem Hervorstossen des Stachels ist die Längsachse des letzteren nur eine Verlängerung der Hinterleibslängsachse, welcher ja die Biene durch die zahlreichen Muskeln der Hinterleibssegmente jede beliebige Richtung geben kann.

5. Das Zurückziehen des Stachels.

Soll der Stachel wieder zurückgezogen werden, so hört die Contraction der betreffenden Muskeln auf und die straffe Spannung der tangirten Theile ist gehoben. In ihre frühere Stellung können sie nur wieder durch eine andere Kraft zurückgebracht werden. Diese Kraft liegt in dem Schenkelmuskel (Fig. X, *C*). Contrahirt sich dieser Muskel, so müssen seine

Befestigungspunkte, der Drehpunkt (F) und das Schenkelende der Rinne einander näher rücken. Ehe dies aber geschehen kann, so müssen der obere Rand der quadratischen Platte (Fy) und der gekrümmte Winkelarm ($y\alpha$) eine gebrochene Stellung zu einander einnehmen. Der Druck, den sie von den beiden obigen Punkten auf den Scheitel des Winkels (y) ausüben, pflanzt sich durch den geraden Winkelarm auf die oblonge Platte fort und drückt sie in ihre normale Lage nieder. Gleichzeitig wird damit die stärkere Biegung des Rinnenschenkels gehoben. Dadurch gelangen der gekrümmte Winkelarm und der obere Rand der quadratischen Platte wieder in ihre frühere geradlinige Stellung. Die Rinne des Stachels folgt nun dem Zuge des Schenkelmuskels und der Stachel legt sich in seine ursprüngliche Lage wieder vollkommen zurück.

Es ist selbstverständlich, dass die Stechborsten gleichzeitig Theil nehmen an der Bewegung der Rinne. Ist der Stachel aus dem Abdomen hervorgeschoben, so bewegen sie sich dann ausserdem noch selbstständig.

B. Die Bewegung der Stechborsten.

a. Das Verschieben derselben.

Dieser Vorgang ist weit einfacher als der eben beschriebene und seine Erklärung deshalb leichter und kürzer. Will die Biene die Stechborste hin und her bewegen, so zieht sie zunächst den Gabelmuskel zusammen (Fig. XI, *D*). Wenn sich derselbe verkürzt, so hebt sich das freie Ende der Gabel (Fig. V, 17) von dem Rinnenkropf ab und schlägt sich in einem Bogen nach unten zurück. Dadurch wird einestheils der Rinnenkropf etwas gehoben und die Stachelspitze gesenkt, aber anderntheils wird das umgebogene Ende des Gabelschenkel, einen Bogen nach aussen beschreibend, auf den verdickten Rand der aufsteigenden Platte der Stechborste drücken und sie dadurch nach aussen schieben. Der bogenförmige Schenkel der Stechborste muss natürlich, auf dem Schenkel der Rinne hingleitend, mit dem gekrümmten Arm des Winkels folgen und letzterer rutscht mit seiner nach aussen gerichteten Krümmung über den Stiel der oblongen Platte hinweg. Der Drehpunkt des Winkels liegt dann an der Einfügung seines geraden Arms in den Rand der oblongen Platte (w).

b. Das Zurückziehen der Stechborsten.

Soll die Stechborste wieder zurückgezogen werden, so hört die Contraction des Gabelmuskels auf und der gespannte Winkelmuskel zieht sich zusammen (Fig. XI, *Ev*). Letzterer zieht nun den gekrümmten Winkelarm zurück und diesem folgt die Stechborste mit ihren einzelnen Theilen in ihrer ganzen Länge. Die aufsteigende Platte wird daher wieder rückwärts auf das Schenkelende der Gabel drücken und diese in ihre frühere Lage zurücklegen.

Ist aber die Biene, wenn sie die Stechborsten in Muskelfasern gebohrt hat, nicht im Stande, diese zurück zu ziehen, so wird der Druck des Winkelmuskels auf den geraden Arm des Winkels erhöht und vermöge desselben nach dem Obigen die Rinne nachgeschoben und in die entstandene Wunde mit eingeführt. Dadurch gelangt dann die Stechborste wieder in eine actionsfähige Stellung.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXXVII.

Die Erklärungen der bezifferten Theile des Stachels haben für alle Figuren, bei denen dieselben Nummern wieder auftreten, die gleiche Geltung.

Fig. I. Die Stachelrinne mit ihren bogenförmigen Schenkeln und der Gabel von unten und seitlich gesehen (100 Mal vergr.)

1. Die concave und 2. die convexe Fläche der Rinne. 3. Vorderes Ende derselben. 4. Rinnenkropf. 5. Hinterer Rand des letztern. 6. Linker Schlitten. 7. Rechter Schlitten. 8. Linker u. 9. rechter Rinnenschenkel. 10. Der rechte und 11. der linke abgehobene Rand des Rinnenkropfs. 12. Basis eines Rinnenschenkels. 13. u. 14. Die Anheftungspunkte der Gabelschenkel. 15. Linker u. 16. rechter Schenkel der Gabel. 17. Die zu einer Platte verwachsenen Gabelschenkel. 18. u. 19. Articulationsstellen der Stiele der oblongen Platten.

Fig. II. Das vordere Stück eines Stachels von oben betrachtet. (Vergrössert.)

20. Die linke u. 21 die rechte Stechborste. 22. Die Coulissee der linken Stechborste 23. Der rechte Schlitten der Rinne im Durchschnitt. 24. Die seitlichen Widerhaken der rechten Stechborste. 25. Die Widerhaken der linken Stechborste. 26. Spitze der linken Stechborste. 27. Spitze der rechten Stechborste.

Fig. III. Vorderes Stück eines Stachels von unten gesehen. (Vergr.)

28. Die hervorgestossenen Gifftropfen.

Fig. IV. Die rechte, isolirte Stechborste von oben gesehen. (100-mal. vergr.).

29. Die Coulissee derselben. 30. Innere und 31. äussere Seite der Stechborste. 32 a. Aufsteigende Platte derselben. 32 b. Hinterer, verdickter Rand derselben. 33. Vorderer, dünnhäutiger, der innern Fläche des Rinnenkropfs angewachsener Rand der Platte. 34. Bogenförmiger Schenkel der Stechborste. 35. Aeussere Chitinhaut. 36. Innere Chitinhaut. 37. Insertionsstelle des gekrümmten Winkelarms. 38. Nervenstrang. 39. Tracheenast.

Fig. V. Rechte Hälfte des Rinnenkropfs von innen betrachtet. (Vergrössert.)

40. Das umgebogene Endstück des rechten Gabelschenkels. Bei 33 ist die Anheftstelle der umgeschlagenen Haut der Stechborstenplatte deutlich zu erkennen.

Fig. VI. Der Rinnenkropf von der Seite und von hinten betrachtet. Die Schenkel sind entfernt. (Vergrössert.)

Fig. VII. Das Skelet eines Stachels auseinandergeschlagen und von innen gesehen. (60 Mal vergrössert.)

41. Stachelspitze. 42. u. 43. Aeussere, behaarte Flächen der beiden Stachelscheiden. 44 u. 45. Innere, concave Flächen derselben. 46 u. 47. Die verdickten Ränder der beiden oblongen Platten. 48 *a* u. *b*. Die Stiele der letztern. 49 u. 50. Die zwei oblongen Platten. 51. Der gekrümmte Arm des Winkels der rechten Hälfte. 52. Derselbe der linken Hälfte. 53 u. 54. Die geraden Winkelarme. 55 u. 56. Die gelenkartigen Einfügungsstellen der quadratischen Platten. 57 u. 58. Die Einfügungsstellen der geraden Winkelarme. 59. Die rechte u. 60. die linke quadratische Platte. 61 u. 62. Die verdickten obren Ränder derselben. 63 u. 64. Die in Form eines Halbkreises verlaufenden Enden der erwähnten Ränder.

Fig. VIII. Das Skelet des Stachels von der Seite und unten betrachtet. (Vergrössert.)

65. Wulst des Rinnenkropfs. 66. Mastdarm mit dem After.

Fig. IX. Der vollständige Stachel mit der Giftblase und dem letzten Bauchganglion, auseinandergeschlagen und von innen gesehen (100 Mal vergr.).

67. *a* u. *b*. Die beiden innern Vorsprünge der Rückenschiene. 68. Hals der Giftblase. 69. Die Giftblase. 70. Die Röhre der Giftblase. 71 u. 72. Die beiden blind endigenden Gänge derselben. 73. Die Theilungsstelle derselben. 74. Das letzte Bauchganglion. 75. Eine Längscommissur derselben. 76. Ein Nervenstrang, der sich in den innern schiefen Muskel (*Bb*) senkt. 77. Ein Nervenstrang, der in den Gabelmuskel (*Da*) geht.

Aa. Der äussere schiefe Muskel der linken Seite. *Ab*. Derselbe der rechten Seite. *Ba*. Der innere schiefe Muskel der linken Seite. *Bb*. Derselbe der rechten Seite. *Ca*. Der linke Schenkelmuskel. *Cb*. Der rechte Schenkelmuskel. *Da*. Der linke Gabelmuskel. *Db*. Der rechte Gabelmuskel. *Ea*. Der linke und *Eb*. der rechte Winkelmuskel.

Fig. X. Schematische Darstellung der Bewegung des ganzen Stachels nach aussen. Die punktirten Figuren stellen die Theile des Stachels in normaler Lage dar; die schattirten dagegen im vorgeschobenen Zustand.

78. Letzte Bauchschiene. *F*. Drehpunkt = Fig. IX, 63. *St*. Stützpunkt = Fig. IX, 67 *b*. *G*. Angriffspunkt = der Stelle, wo die Muskeln *Ab* u. *Bb* auf der quadratischen Platte inserirt sind. *A*. Der äussere schiefe Muskel = Fig. IX, *Ab*. *Av*. Derselbe verkürzt. *B*. Der innere schiefe Muskel = Fig. IX, *Bb*. *Bv*. Derselbe contrahirt. *C*. Der Schenkelmuskel = Fig. IX, *Cb*. Dreieck *stu*. Die oblonge Platte = Fig. VII, 49. Dreieck *Fzy*. Die quadratische Platte = Fig. VII, 59. Dreieck *wyx*. Der Winkel = Fig. VII, 51. *w* = 58. *y* = 55. *x* = 37. *u* = 19. Die Pfeile bezeichnen die Richtung, nach welcher die Muskeln ziehen.

Fig. XI. Schematische Darstellung der Bewegung einer Stechborste. Die schattirten Theile sind in derselben Lage wie die schattirten Theile der vorigen Figur wiedergegeben. Das gegitterte Dreieck *wyx* ist das schattirte Dreieck *wyx*, wenn es vorgeschoben ist.

D. Der Gabelmuskel = Fig. IX, *Db*. *Dv*. Derselbe verkürzt. *E*. Der Winkelmuskel = Fig. IX, *Eb*. *Ew*. Derselbe verkürzt. *H*. Der Gabelschenkel im Zustand der Ruhe = Fig. I, 16. *I*. Derselbe vorgeschoben. *K*. Stechborste in der Ruhelage = Fig. IV. *L*. Dieselbe vorgeschoben = Fig. II, 21.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Sollmann August

Artikel/Article: [Der Bienenstachel. 528-540](#)