

Untersuchungen über den Bau, Mechanismus und Entwicklungsgeschichte des Stachels der bienenartigen Thiere ¹⁾.

(Gekrönte Preisschrift.)

Von

Dr. Carl Kraepelin.

Mit Tafel XV. XVI.

SWAMMERDAMS »Bibel der Natur« ist die älteste Quelle, aus der wir eine genauere Kenntniss über den Bau des Hymenopterenstachels zu schöpfen im Stande sind. Die Beschreibung, welche SWAMMERDAM uns vom Stachel der Gattungen *Apis* und *Vespa* gegeben, erstreckt sich jedoch, gemäss dem damaligen Stande der Wissenschaft, nur auf die grössten anatomischen Verhältnisse der Chitintheile und des Giftapparates: Der feinere Bau dieser Gebilde, ihre Lage und Zusammenhang mit dem Körper, die Musculatur sowie die Art ihrer Wirksamkeit blieben von ihm unerörtert. Dennoch musste die Wissenschaft sich lange Zeit mit dem von SWAMMERDAM Gegebenen begnügen, da Männer wie VALISNERI, SPENCE, LYONET, wohl neue Gruppen der Hymenopteren in den Bereich ihrer Untersuchungen zogen, nicht aber die Schilderungen jenes Forschers einer genaueren Revision zu unterwerfen für nöthig erachteten. Selbst RÉAUMUR (*Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes*. Tom. V. 4) und LÉON DUFOUR (*Recherches sur les Orthoptères, les Hyménoptères, etc. in den Mémoires présentes à l'academie royale des sciences etc. Paris 1844*)

1) Die in nachstehender Arbeit niedergelegten Untersuchungen wurden zum grössten Theile im Laboratorium des Herrn Professor Dr. LEUCKART ausgeführt. Es ist mir Bedürfniss, meinem verehrten Lehrer für das Interesse, mit welchem er während zweier Jahre meine wissenschaftlichen Bestrebungen verfolgte, für die Unterstützung, welche er mir bei dieser Erstlingsarbeit zu Theil werden liess, öffentlich meinen herzlichsten Dank zu sagen. —

wussten über den feineren Bau des Stachels nichts Neues zu berichten, wengleich ihre Arbeiten nach anderer Richtung hin manches Werthvolle zu Tage förderten. So erregen RÉAUMUR'S Untersuchungen wegen der hier zum ersten Male angestellten physiologischen Betrachtungen unser Interesse, während wir die Sorgfalt bewundern müssen, mit welcher LÉON DUFOUR die Formverhältnisse der verschiedenen Drüsen des Stachelapparates beschrieben hat. —

Ich übergehe eine Reihe von Autoren, welche des Stachels Erwähnung thun, ohne dieses Gebilde ausschliesslich zum Gegenstande ihrer Betrachtung gewählt zu haben, wie RAMDOHR (Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten. Halle 1811), BRANDT und RATZBURG (med. Zoologie), v. SIEBOLD (vergl. Anatomie p. 629), RATZBURG (Forstinsekten) und andere, welche meist nur Bekanntes reproducirten. Wichtiger ist die Abhandlung von LACAZE DUTHIERS: Recherches sur l'armure génitale des Insects (Annales des sciences nat. Jahrg. 1850), in welcher sich dieser Forscher die Vergleichung der Abdominalgebilde sämtlicher Hymenopteren Gruppen zum Ziele setzt. Diese in der That durchgeführt und einen für alle gültigen Typus des Stachels aufgestellt zu haben, ist das nicht geringe Verdienst LACAZE DUTHIERS. Eine wirklich genaue Beschreibung der Formverhältnisse aber, eine Analyse der Muskelgruppen, mit deren Hilfe allein Aufschluss über den Bewegungsmechanismus des Stachels erlangt werden kann, suchen wir vergebens in seiner Arbeit. Ja selbst die Entwicklungsgeschichte, welche doch gerade für eine vergleichende Betrachtung so wichtige Resultate zu liefern vermag, blieb von ihm völlig unberücksichtigt. —

Zwei Schriften habe ich nunmehr noch zu registriren, welche den Stachelapparat der Biene resp. der Aculeaten zum speciellen Gegenstand ihrer Besprechung gemacht, und welche gleichzeitig im Jahre 1863 erschienen sind. Die eine Arbeit, von Herrn A. SOLLMANN, findet sich unter dem Titel »Der Bienenstachel« in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XIII. Heft 4. Die andere, von Herrn Dr. FENGER, als »Anatomie und Physiologie des Giftapparates bei den Hymenopteren« in TROSCHELS Archiv, Jahrg. 29. Bd. V. Auffallend ist bei diesen beiden durchaus von einander unabhängigen Abhandlungen die verschiedenartige Behandlung des Thema's, auffallender noch die Verschiedenartigkeit der erzielten Resultate. Da ich im Laufe dieses Aufsatzes vielfach auf die Behauptungen dieser beiden Autoren zu recurriren haben werde, so glaube ich eine weitere Schilderung ihrer Schriften an dieser Stelle unterlassen zu dürfen. Nur soviel sei erwähnt, dass letztere, weit entfernt die Kenntniss des Hymenopterenstachels zum definitiven Abschluss

zu bringen, nur dazu beigetragen haben, die Frage nach dem Bau und dem Mechanismus dieses Organs zu compliciren und längst constatirte Verhältnisse auf's Neue in Zweifel zu ziehen.

Im Folgenden ist der Versuch gemacht, die zwischen den früheren Autoren in Bezug auf den Bau des Stachels sich findenden Differenzen zu erklären und zu vermitteln. Es schliesst sich hieran die Untersuchung über den Mechanismus, sowie die Entwicklungsgeschichte, welche im Verein mit dem Abschnitte über Zwitterbienen als Morphologie des Stachels bezeichnet wurde.

Bau des Stachels.

Wie schon bemerkt war LACAZE DUTHIERS der erste, welcher nachwies, dass die zum Stachelapparat zusammentretenden Hinterleibsgelände der verschiedenen Hymenopteregruppen sich auf einen gemeinsamen Grundtypus reduciren lassen, dass die Kenntniss des Stachels einer einzigen Gattung genüge, um über die anatomischen Befunde auch der meisten übrigen Hymenopteren zur Klarheit zu gelangen. — Zweckmässig erschien es mir daher, um nicht durch minder prägnante Darstellung das Verständniss der Grundverhältnisse erschweren zu müssen, zunächst an einer einzelnen Species — ich wähle hierzu die so vielfach beschriebene Honigbiene — den Bau des Stachels des Genaueren zu schildern, um daran kurz die secundären Abweichungen, welche sich bei den übrigen Familien, insbesondere bei der Gruppe der Aculeaten finden, anzureihen.

I. Bau des Stachelapparates von *Apis mellifica* (L) ♀.

Der Stachelapparat der Biene zerfällt in die Chitintheile, die den Apparat in Thätigkeit setzenden Muskeln und in die Giftdrüse.

a) Die Chitintheile. Dieselben bestehen aus dem Stachel im engeren Sinne, welcher bei der Action zum grossen Theile aus dem Hinterleibe hervortritt, und aus den stets im Abdomen verbleibenden, meist flächenhaft entwickelten Chitinstücken, welche den bewegenden Muskeln als Stütz- und Insertionspunkte dienen.

1. Der eigentliche Stachel. Der Stachel im engeren Sinne setzt sich, wie schon SWAMMERDAM nachwies, aus 3 Stücken zusammen. — Das grösste und kompakteste derselben ist der Köcher SWAMMERDAM's, die Schienenrinne nach FENGER und SOLLMANN, ein etwa $2\frac{1}{4}$ Lin. langes, an dem einen Ende kolbenförmig verdicktes Chitingebilde (Taf. XV Fig. I und III); dasselbe erweist sich auf Querschnitten als hohl (Fig. VI—VIII), und besitzt an ihrer Unterseite eine breite Längs-

furche (Fig. III *f*), welche an dem kolbenförmig verdickten basalen Theile so tief ist, dass die obere und untere Wandung der Schienenrinne sich fast berühren (Fig. VIII), dort aber, wo die Kolbe ziemlich schnell in den schlanken Endtheil übergeht, schnell sich verflacht, so dass die Querschnitte von hier bis zur Spitze fast das Bild eines Halbkreises ergeben (Fig. VI und VII). — Die Ränder dieser Furche, welche fast durchweg gleiche Breite besitzt, sind mit je einer Längsleiste versehen, deren Gestalt sich am besten auf Querschnitten erkennen lässt (Fig. VI und VII *l*), und welche den beiden andern Theilen des eigentlichen Stachels, den später zu beschreibenden Stechborsten, in eigenthümlicher Weise zur Befestigung dienen. Diese Leisten oder Schienen wie sie FENGER nicht unpassend benannt hat, erheben sich aber nicht nur auf der ganzen Länge der Furchenränder, sondern setzen sich als selbstständige Chitinstücke noch über die kolbenförmige Basis der Schienenrinne hinaus, nach vorn und oben divergirend, als sogenannte Bögen (Fig. III *b*) fort, um mit ihren im Abdomen gelegenen Enden mit länglichen Chitinplatten (Fig. III *d*) in Verbindung zu treten. Diese Bögen sind an der Stelle ihrer stärksten Krümmung mit einer Anzahl steifer, aus kleinen Grübchen entspringender Borsten besetzt und articuliren vermöge einer dünnen, an ihrer Innenseite längslaufenden Chitinlamelle (Fig. III *e*) je mit einem auf der Unterseite der Schienenrinne befindlichen, zapfenförmigen Fortsatze des Kolbens (Fig. III und I *h*). — Die Basis der Schienenrinne ist etwas zusammengezogen und sehr stark chitinisirt. Am zugespitzten Theile aber trägt letztere 6 kaum erkennbare Höckerchen, auf deren Vorhandensein ich erst durch ähnliche Verhältnisse bei *Bombus* aufmerksam wurde.

FENGER wie auch SOLLMANN haben die zapfenförmigen Fortsätze des Kolbens, welche ich als Hörner bezeichnen möchte, übersehen. Ersterer behauptet ausserdem, die Furche der Schienenrinne sei am verdickten Theile am seichtesten (l. c. pag. 145), während SOLLMANN, der es versäumte Querschnitte anzufertigen, gar nicht erkannte, dass die Schienenrinne ein hohles Gebilde sei, über die Beschaffenheit der Leiste aber und der Furchenränder ebenfalls irrige Vorstellungen hegt wie aus seinen Zeichnungen hervorgeht (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XIII. Taf. XXXVII Fig. I—III und V).

Die zwei andern zum eigentlichen Stachel gehörigen Chitingebilde, die Stechborsten (Fig. IV und I *g*), sind lange, am Hinterende scharf zugespitzte und hier seitlich mit 10 rückwärts gerichteten Sägezähnen versehene, dolchartige Gebilde, welche den Rändern der Schienenrinnenfurche beiderseits der Länge nach aufliegen. Sie werden in dieser Lage erhalten durch je eine Längsfurche, welche die oben näher besprochene

Leiste der Schienenrinne genau in sich aufnimmt. Sie erscheinen also gewissermassen vermittelst dieser Leiste aufgehängt. Es geschieht dies aber nicht allein auf der ganzen Länge der Schienenrinne, sondern genau dieselbe Befestigung findet sich auch an dem Theile der Stechborsten, welcher, der Krümmung der Schienenrinnenbögen folgend, schliesslich gleich letzteren mit flächenhaft entwickelten Chitinstücken in Verbindung tritt (Fig. IV c). Die Stechborsten sind hohle Gebilde, wie die Schienenrinne, weshalb FENGER den Namen »Stechborste« verwirft und dafür die Bezeichnung »Schieber« vorschlägt; aus verschiedenen Gründen glaube ich jedoch den seit Alters her gebräuchlichen Ausdruck beibehalten zu müssen. Im Querschnitt (Fig. IX) erscheint die Stechborste fast als Halbkreis, indem die einander zugekehrten Flächen beider etwas abgeplattet sind (Fig. X). Die Längsfurche ist im Verhältniss zum Lumen der Borste ziemlich schmal und im Querschnitt von unregelmässig knopfförmiger Gestalt (Fig. IX g). Am vorderen¹⁾ Drittheil einer jeden Stechborste ist eine dünne Chitinplatte befestigt (Fig. IV p), welche senkrecht nach oben in das Innere des Kolbens der Schienenrinne hineinragt (Fig. V p), ohne jedoch, wie SOLLMANN behauptet (l. c. pag. 534), der letzteren angewachsen zu sein. Dieselbe zeichnet sich durch auffallende Verschiedenheit in der Dicke ihrer einzelnen Theile, aus und besitzt eine nicht unbedeutende Elasticität. Vorzüglich ist dieses der Fall am hinteren Rande, welcher aus einer dünnhäutigen, durch zahlreiche radiale Chitinstrahlen gestützten Membrane besteht. — Hinter jedem einzelnen der 10 Sägezähne findet sich ein schon von FENGER bemerkter Porenkanal. Ueber die Anzahl der Zähne finden sich verschiedene Angaben, doch glaube ich mit FENGER die Zahl 10 als constant annehmen zu müssen. Dagegen beruht die Behauptung des letztgenannten Autors, die Stechborste sei ein an der Spitze geöffneter Doppelcylinder (l. c. pag. 154), entschieden auf Irrthum.

Aus der Befestigung der Stechborsten auf den Rändern der Schienenrinnenfurche vermittelst einer Längsleiste geht hervor, dass erstere mit Leichtigkeit auf der Schienenrinne verschiebbar sind, und ist dies auch schon von SWAMMERDAM richtig erkannt worden. Uebersehen aber wurde bisher, dass die beiden Stechborsten den Leisten in der Weise aufliegen, dass sie convergirend sich ihrer ganzen Länge nach, von der Spitze der Schienenrinne bis zur Basis des Kolbens, in einer

1) Die Bezeichnungen »vorn, hinten, oben und unten« beziehen sich überall, wo sie angewandt wurden, auf die normale Lage des Stachels im Innern der Leibesöhle. »Vorn« bedeutet also: »dem Kopfe«, »oben«: »dem Rückensegmente zugekehrt«.

Linie berühren und so einen geschlossenen Hohlraum bilden helfen, dessen Querschnitt (wenigstens in der Mitte des Stachels) einen Kreissector darstellt. Die abgeflachten Wände der Borsten bilden die seitliche und untere, die Furche der Schienenrinne die obere Begrenzung dieses später noch eingehender zu besprechenden Kanales (Fig. X k).

2. Die übrigen Chitintheile des Stachels. An den soeben beschriebenen Stachel im engeren Sinne reiht sich zunächst ein gabelförmiges, von den Forschern seiner Gestalt wegen schon mehrfach mit der *clavicula* der Vögel verglichenes Chitinstück an (Fig. II und V m). Dasselbe steht nicht, wie SOLLMANN angiebt (l. c. pag. 330), durch Articulation mit der Schienenrinne oder gar mit den elastischen Plättchen der Stechborsten in Verbindung, sondern ist mit den Enden seiner paarigen Schenkel einer den Kolben wulstartig umhüllenden Membrane (Fig. II n) in der Nähe der Hörner fest eingewachsen, während der unpaare Theil dieser Gabel dem basalen Theile der Schienenrinne vom Rücken her aufliegt. Die Verbindung mit jener Membrane, welche wieder ihrerseits mit dem Stachel in Continuität steht, ist eine so feste, dass der Versuch die Gabel abzulösen nur selten ohne Laesion der betreffenden Theile gelingt.

Schon dieses gabelige Chitinstück spielt, wie wir später sehen werden, als Ansatzstelle eines mächtigen Muskelpaares bei der Mechanik des Stachels eine nicht unbedeutende Rolle. Nicht minder wichtig sind in dieser Hinsicht jene flächenhaften Chitingebilde, welche symmetrisch zu beiden Seiten des Stachels den Enden theils der Schienenrinnenbögen, theils der Stechborstenschengel angefügt sind. Das Endstück der Schienenrinnenbögen trägt eine mit kurzem Stiel versehene Platte von oblonger Gestalt (Fig. II und III d), deren einer Längsrand — bei natürlicher Lage des Apparates der obere — stark verdickt ist. Dem Ende der Stechborstenschengel dagegen inserirt sich ein dreieckiges, sehr stark chitinisirtes Plättchen, wegen seiner Gestalt der Winkel genannt (Fig. II und IV c). Derselbe verbindet sich aber auch gelenkartig mit dem verdickten Rande der oblongen Platte und zwar an deren vorderem Drittheil, dort, wo dieselbe eine Anzahl starker, aus kleinen Grübchen entspringender Borsten trägt. Die dritte Ecke endlich dieses Winkels articulirt in ziemlich freier Weise mit einer die oblonge an Grösse noch übertreffenden Platte (Fig. II a), die ich ihrer Form wegen die quadratische nennen will. Auch sie besitzt stark verdickte Ränder, wie in der Abbildung zu sehen, und lehnt sich von aussen her an die oblonge Platte an.

Dies die chitinisirten Hartgebilde, welche durch Insertion von Muskeln die Bewegung des Stachels vermitteln. Es erübrigt noch eine

kurze Beschreibung der die einzelnen Theile untereinander und mit den Abdominalsegmenten verbindenden chitinisirten Membran. Vorher erscheint es jedoch, um die Beziehungen derselben zum Stachelapparate darlegen zu können, zweckmässig, die Lage des letzteren innerhalb der Leibeshöhle näher ins Auge zu fassen.

Der Stachel im engeren Sinne ist ein zwischen After und Vulva gelegener conischer Zapfen, der für gewöhnlich aber nicht frei hervorragt, sondern eingezogen und von den letzten Leibessegmenten bedeckt ist. Die Anordnung seiner Theile ist der Art, dass der kolbenförmige Theil dem Kopfe, die Furche, auf deren Rändern die Stechborsten hin- und hergleiten, der Bauchschiene zugekehrt ist, während die Bögen der Schienenrinne divergirend nach aufwärts in die Leibeshöhle hineinragen. Es wird in Folge dessen den verdickten Rändern der an den Bögen befestigten Platten eine horizontale Lage in der Längsrichtung des Körpers angewiesen, während die Flächen der correspondirenden Platten nach unten gegen einander convergiren.

Um nun den Stachel in dieser Lage zu erhalten, und um die Leibeshöhle vollständig nach aussen abzuschliessen, verbindet eine continuirliche Membran die einzelnen Theile des Stachels nicht nur unter sich, sondern auch mit der Bauch- und Rückenschiene des letzten Segmentes. Diese sich rings an die Leibeshöhle ansetzende Chitinhaut soll jedoch bei ihrer Function, einen vollständigen Verschluss der Leibeshöhle nach hinten zu bewerkstelligen, auch eine ausgiebige Bewegung des Stachelapparates ermöglichen. Zu dem Ende ist sie nicht straff zwischen Stachel und Leibeshöhle gespannt, sondern sie bildet mehrfach tiefere Faltungen in das Innere des Abdomen. Vorzüglich ausgeprägt ist eine solche Falte an dem Theil der Membran, welcher von der Basis der Schienenrinne und den Bögen zum vorderen Rand des Bauchsegmentes verläuft (Fig. II α) und von der Geschlechtsöffnung durchbohrt wird. Der Theil der Membran, welcher die quadratischen Platten mit der Rückenschiene verbindet, umfasst den siphonenartig verlängerten After seitlich und von unten und wurde von FENGER als spezifisches Organ beschrieben (l. c. pag. 158), da man ihn beim Herausreißen des Stachels natürlich als lappenförmiges Anhangsgebilde der quadratischen Platten erhält. Von letzteren setzt sich die Chitinhaut auf die oblongen Platten fort. Diese endlich, nur durch die zwischen ihnen gelegene Schienenrinne getrennt, werden ebenfalls durch die Membrane verbunden, welche aber wegen des dicken, sich zwischen beide Platten schiebenden Stachels keine ebene Fläche darstellen kann, sondern eine wulstige Ausbuchtung für jenen trägt. Dieser sogenannte Rinnenwulst (Fig. II r), welcher wie schon oben erwähnt mit dem

Ende des Kolbens und den paarigen Schenkeln des Gabelbeins verwachsen ist, ist mit starken Haaren besetzt und umgibt die Schienennrinne von oben her etwa bis zur Uebergangsstelle des Kolbens in den schlanken Endtheil, zu beiden Seiten desselben mit der oblongen Platte tiefe Rinnen bildend. Indem diese Rinnen auch von oben her sich zusammenwölben, entstehen, den oblongen Platten aufsitzend, zwei handschuhfingerartige Ausstülpungen der Membran zu beiden Seiten der Schienennrinnenspitze, die sogenannten Stachelscheiden, jene bedornten Gebilde, über deren Bau und Bedeutung so vielfach gestritten worden (Fig. II *t*). — Die von den Seiten des Endsegmentes an den Stachel tretenden Theile der Membran verbinden sich mit den quadratischen Platten und zwar unter Einschubung eines kleinen, unregelmässigen Chitinstückes, welches wir später bei der morphologischen Deutung der Stacheltheile als Ueberrest eines siebenten Rückensegmentes in Anspruch zu nehmen haben werden.

b) Musculatur. Schon SWAMMERDAM kannte vier Paar Muskeln am Stachelapparat, ohne jedoch deren Insertion genauer beschrieben zu haben. SOLLMANN entdeckte noch ein fünftes Paar, welches die Articulationsstelle der quadratischen Platte und des Winkels mit dem sechsten Rückensegmente verbindet, also zur Fixation der quadratischen Platte bestimmt ist. Die übrigen vier Muskelpaare sind mehr oder weniger bei der Bewegung der Schienennrinne oder der Stechborsten betheiligt. Drei derselben gehen von der quadratischen Platte aus. Das mächtigste von allen verbindet den oberen hintern Rand jenes Chitinstückes mit der Basis des Winkels, wo dieser dem Ende des Stechborstenschenkels eingefügt ist (Fig. II *w*). Der zweite etwas schwächere Muskel entspringt an dem inneren obern Rande der quadratischen Platte, um sich an dem vorderen Drittheil der oblongen Platte und zwar an deren verdicktem Rande zu inseriren (Fig. II *n*), während der dritte Muskel von der Articulationsstelle der quadratischen Platte mit dem Winkel ausgehend seine Insertion an dem hinteren Drittheil des Randes der oblongen Platte findet (Fig. II *o*). Vom unpaaren Theile des Gabelbeins zieht sich ein starker paariger Muskel zu beiden Seiten des Rinneuwulstes hin, um sich fast in der ganzen Länge der oblongen Platte zu befestigen (Fig. II *s*). — Ein Muskelpaar (Fig. II *u*), welches die Hörner der Schienennrinne mit den Bögen der letzteren verbindet, wurde bisher übersehen; ebenso 2 schwache bandartige Muskeln, welche vom hinteren obern Rande der quadratischen Platte zur Verbindungsmembrane derselben mit der letzten Rückenschienenschiene sich begeben.

Zahlreiche Tracheen umlagern die Muskeln, ja treten sogar in das Innere von Schienennrinne und Stechborsten, wie schon SOLLMANN nach-

gewiesen. — Das fast unmittelbar an der Basis der Schienenrinne gelegene letzte Bauchganglion bleibt, vermöge der sich in die Muskeln hineinsenkenden Nerven, beim gewaltsamen Herausreissen des Stachels regelmässig an letzterem haften. Es begreift sich hierdurch die noch weiter unten zu verwerthende Thatsache, dass die Stechborsten auch nach Entfernung des Stachels aus dem Körper ihre normale Bewegung auszuführen im Stande sind. —

c) Giftapparat. An demselben unterscheidet man das Gift bereitende Organ, die Giftdrüse (Fig. II *gd*) und die Giftblase (Fig. II *gb*), welche als Reservoir des Secretes dient.

Die Giftdrüse ist ein langer an seinem Ende meist in 2 kurze Gabeläste gespaltener Schlauch mit deutlich erkennbarem Centrankanal. Nach Maceration in Kalilauge erkennt man, dass die jenen chitinisirten Centrankanal umgebenden rundlichen Drüsenzellen demselben vermittelt kleiner ebenfalls aus Chitin bestehender Röhrchen aufsitzen (Fig. XII), dass also das Secret der Drüsenzellen nicht durch Endosmose, wie FENGER glaubt (l. c. pag. 160), in den Centrankanal gelangt. Uebrigens ist dieser Bau der Giftdrüse schon seit lange bekannt, und war es ausser MECKEL (*Micrographie einiger Drüsenappar.*, MÜLLER's Archiv 1846) vorzüglich LEYDIG, welcher Ausführlicheres über diesen Gegenstand mittheilte (Ebendasselbst 1859 pag. 56). Die Behauptung des letztgenannten Forschers, dass die Chitinröhrchen in den einzelnen Drüsenzellen mittelst eines feinen »Wurzelwerkes« endigen, vermag ich nicht zu bestätigen. Die beiden Gabeläste der Giftdrüse, welche häufig ungleiche Länge besitzen, sind am Ende etwas angeschwollen, und der Centrankanal zeigt hier wie an der Gabelungsstelle ein weiteres Lumen.

Die Giftdrüse geht sich plötzlich erweiternd unmittelbar in die Giftblase über. Letztere trägt über der glashellen Chitinhaut noch einen äusserst zarten Muskelbeleg, der an einzelnen Stellen fast netzförmig erscheint. Die Fasern sind, wie ja überhaupt die Musculatur der Insecten, quergestreift, doch ist dies erst bei ziemlich starker Vergrösserung erkennbar. Die Giftblase nimmt das Secret der Drüse auf, um es bei gegebener Gelegenheit durch Muskelcontraction in den Stachel zu treiben. Zu dem Ende verjüngt sie sich an dem der Ansatzstelle der Giftdrüse gegenüberliegenden Theile allmähig, um als ziemlich weite Röhre, zwischen den beiden Bögen der Schienenrinne durchgehend, in das Innere des Kolbentheils der letzteren einzutreten. Wegen der stark gebräunten Wandungen der Schienenrinne ist ihr weiterer Verlauf nunmehr schwer zu verfolgen, und sind deshalb die verschiedenen Autoren auch getheilter Ansicht über diesen Punct. SOLLMANN, welcher die

Schienenrinne überhaupt für einen offenen Halbkanal hält, giebt an, der in Frage kommende Abschnitt der Blase, welchen wir als Hals bezeichnen wollen, inserire sich einfach rings am innern Rande der Kolbenbasis; FENGER, welcher aus noch später zu erörternden Gründen einen Abfluss des Giftes innerhalb der Stechborsten wahrscheinlich zu machen sucht, lässt den Ausführungsgang der Blase nach seinem Eintritt in den Kolben sich in zahlreiche Aeste spalten, welche dann einzeln durch kleine Oeffnungen in die Stechborsten treten (l. c. pag. 166). Beide Ansichten muss ich als irrig bezeichnen, da ich durch Längsschnitte (Fig. V) zu constatiren vermochte, dass der Hals der Giftblase, nachdem er sich vor seinem Eintritt in die Basis der Schienenrinne etwas verengt, stärker chitinisirt den Wandungen der Schienenrinne in deren Längsverlauf sich anschmiegt (Fig. V *i*), um erst beim Uebergang des Kolbens in den schlanken Endtheil sich von deren Wandung weiter abzuheben. Wir erkennen sofort, dass diese Chitinhaut nichts anderes ist, als die bei der Besprechung der Schienenrinne als Boden der Furche beschriebene Membran (Fig. XI und X *i*), durch deren Vorhandensein allein wir veranlasst wurden, die Schienenrinne als geschlossene Röhre zu bezeichnen. Der als vollkommener Cylinder in den Kolben eintretende Hals der Giftblase verliert also an der untern Seite seine Wandung, um als Halbkanal innerhalb der Schienenräume weiter zu verlaufen. Von unten her wird dieser Halbkanal nunmehr geschlossen durch die beiden sich der Länge nach berührenden, auf den Rändern der Rinnenfurche hinlaufenden Stechborsten. — Unmittelbar neben der Eintrittsstelle des Giftkanals in die Schienenrinne mündet noch ein kleiner, der Giftdrüse analog zusammengesetzter Schlauch (Fig. II *ds*), über dessen Bedeutung mehrfach gestritten worden. SOLLMANN leugnet sogar den Zusammenhang desselben mit dem Stachelapparat. Die Ansicht LEUCKART's, dieser Schlauch repräsentire eine Schmierdrüse für die vielfach auf einander sich hinschiebenden und daher geschmeidig zu erhaltenden Chitintheile, erscheint mir als die durchaus richtige. Auch andere Autoren, wie LÉON DUFOUR und neuerdings v. SIEBOLD, bezeichnen dieses Organ als *glandula sebacea*.

II. Bau des Stachelapparates bei den übrigen Hymenopteren.

Obgleich die verschiedenen Hymenopterenfamilien im Bau ihres Stachelapparates keine fundamentalen Unterschiede darbieten, so zeigt doch jede Gruppe gewisse Eigenthümlichkeiten, durch welche sie scharf gekennzeichnet ist, ja, welche für die Systematik dieser Thiere der-

einst ein nicht zu unterschätzendes Material zu liefern geeignet erscheinen.

a) Stachel der Aculeaten.

1. Familie: Apiden. Schon die Bienenkönigin zeigt in der Beschaffenheit des Stachels einige wenn auch geringe Abweichungen von den Arbeiterinnen. Abgesehen von der bedeutenderen Grösse des ganzen Apparates, besitzt zunächst die Schienenrinne an ihrer Spitze eine bogenförmige Krümmung nach unten, erscheint von der Seite gesehen also säbelförmig. Die beiden Gabeläste der Giftdrüse sind sehr lang und vereinigen sich erst kurz vor der Mündung in die Blase zu einem unpaaren Stamme. Oft zeigen die Gabeläste einige wenige, kurze Seitenästchen. — Den Stachel der italienischen Biene fand ich etwas schlanker, als den unserer gemeinen deutschen; im Uebrigen war er kaum von dem der letzteren zu unterscheiden.

Aehnlich dem Stachel der Bienenkönigin ist der von *Bombus* gebaut. Auch hier ist die Schienenrinne bedeutend gekrümmt, die Giftdrüse tief gabelspaltig. Der ganze Apparat ist aber bei weitem massiger und schon hierdurch auf den ersten Blick kenntlich. Die quadratische Platte ist breiter als lang und am Hinterrande mit einem Einschnitte versehen. Die oblonge Platte hat im Verhältniss zur Länge ebenfalls an Breite bedeutend gewonnen. Die Bögen der Schienenrinne sind verdickt, ja bei einigen Arten (z. B. *B. terrestris*) finden sich an denselben mehrfach gekerbte, stark gebräunte, seitliche Anhänge; die an der Bogenkrümmung schon bei *Apis* beschriebenen Härchen treten hier bei weitem zahlreicher auf und sind auch am Grunde der Schienenrinnenhörner nachzuweisen. Die Spitze der Schienenrinne trägt 4 Höckerchen. Die Stachelscheiden sind mit langen, einseitig befiederten Borsten besetzt; Stechborstenzähne finden sich 6.

Anthophora ist durch einen sehr schlanken, aber grossen Stachel ausgezeichnet. Die Schienenrinne ist lang, dünn und gerade; die Hörner derselben gross; die Bögen dünn, mit vielen Härchen. Die Form der Platten nähert sich der bei *Apis*. Die Stachelscheiden tragen nur an der Spitze ungemein starke, einseitig befiederte Borsten. Das Gabelbein ist sehr gross, mit breiten Gabelästen, während der unpaare Theil einen dünnen rundlichen Stab darstellt. Der Hals der Giftblase ist lang; letztere selbst fast kugelig und ziemlich klein.

Die Gattung *Anthidium* besitzt einen kleinen und zierlichen Stachel, welcher vorzüglich durch die Form der aus breiter Basis sich allmähig verjüngenden, an der gebräunten Spitze mit wenigen, gefiederten Borsten besetzten Stachelscheiden characterisirt ist. — Kleiner noch im Verhältniss ist der Apparat der *Andrenen*, der sich ausserdem durch

geringe Chitinisirung seiner Theile kennlich macht. Die Schienenrinne ist fast keilförmig.

Dasypoda mit ziemlich entwickeltem Stachel besitzt ein, dem der Gattung Anthophora ähnliches Gabelbein, zeigt aber im Uebrigen ganz die bei Apis geschilderten Verhältnisse. Aehnliches gilt, soweit meine Untersuchungen reichen, auch von den andern zu dieser Familie gehörigen Gattungen. Ueberall finden wir dieselbe Beschaffenheit, dieselbe Anordnung der Theile, wenn auch die relative Grösse des gesammten Apparates, sowie die Form der einzelnen Organe, mannigfache Variationen erleidet.

2. Familie: Vespiden. Gehen wir über zu der Gruppe der Vespiden, deren Stachel, ausser von SWAMMERDAM, schon von FENGER und LACAZE-DUTHIERS beschrieben wurde. Die Schilderungen dieser Autoren sind aber so wenig eingehend, dass ich sie füglich übergehen kann. Wir finden bei dieser Familie schon ziemlich abweichende Verhältnisse von den bei Apis geschilderten. Die Schienenrinne (Fig. XIII s), an ihrer Spitze sanft gebogen, zeigt nicht die plötzliche, kolbenförmige Verdickung am Vorderende, sie ist mehr keilförmig gestaltet. Den wie bei Apis mit Zähnen besetzten Stechborsten (Fig. XIV) mangelt jenes dünne, elastische Chitinplättchen, dem wir in der Familie der Apiden allgemein begegnen, vollständig. Das Gabelbein articulirt direct mit dem etwas vorgezogenen Rande der Schienenrinne. Die oblongen Platten, gross und von halbkreisförmiger Gestalt, sind nur an ihrer Basis unter sich verbunden, so dass ein eigentlicher Rinnenwulst nicht existirt. Die Haare der Stachelscheiden sind unverzweigt. Die quadratische Platte zeigt an ihrem Hinterrande einen langen, gebräunten Fortsatz, an den sich die ebenfalls stark chitinisirte, bauchige Membran zur Verbindung mit der Rückenschiene anschliesst. Die Giftdrüse ist ein Yförmiger Schlauch mit langen Schenkeln wie bei Apis ♀, welcher in eine hyaline, ovale Giftblase mündet. Der Muskelbeleg dieser Blase, welcher bei den Apiden ungemein schwach und kaum nachzuweisen war, besitzt eine kolossale Stärke und besteht aus 4 Bündeln, welche sich leicht ablösend auseinander fallen, wie etwa die Schale einer Buchennuss oder die äussere Hülle eines Geaster (Fig. XIII ms). Die einzelnen Fasern der Bündel liegen im Winkel von etwa 45° gegen die Längsachse derselben geneigt. — FENGER konnte die — übrigens schon von SWAMMERDAM, MECKEL, LEYDIG und anderen beschriebene — Giftdrüse nicht auffinden und suchte daher innerhalb der Blase selbst ein Secretionsorgan nachzuweisen. Der gelbe Körper, den er hierfür in Anspruch nahm, und der durch einen Strang mit der Wandung der Blase in Verbindung steht, scheint mir nichts, als eine durch Häutung

abgestossene und zusammengeschrumpfte Chitinmembran. — Der Hals der Giftblase ist sehr lang. Das Merkwürdigste an demselben aber ist, dass er sich beim Eintritt in die Schienenrinne nicht, wie dies bei den Apiden der Fall, sofort als Halbkanal den Wandungen derselben anschmiegt, sondern als geschlossene Röhre fast bis zur Mitte der Schienenrinne fortläuft, um erst hier sich öffnend plötzlich in ein gebräuntes Chitinhalbrohr überzugehen, welches nunmehr als Boden der Schienenrinnenfurche auftritt (Fig. XV, Fig. XIII *gr*). Im verdickten Theile der Schienenrinne ist der Hals der Blase mit der Innenwand der ersteren durch zahlreiche Muskelfasern verbunden, welche vielleicht bei der Action für die Erweiterung des Lumens des Giftkanals zu sorgen haben (Fig. XV *hm*).

Der Stachel der Hornisse ist natürlich weit grösser, als der der Wespe, zeichnet sich ausserdem aber auch durch die viel stärkere Krümmung der Schienenrinne aus. — *Polistes gallica* und *Odynerus parietum*, welche ich aus dieser Gruppe noch zu analysiren Gelegenheit hatte, zeigen durchaus den oben geschilderten Vespidentypus.

3. Familie: Crabroniden. Von den beiden nun folgenden ¹⁾ nahe verwandten Familien, den Crabroniden und Pompiliden, nähern sich, soweit ein beschränktes Untersuchungsmaterial Schlüsse zu machen gestattet, die ersteren im Bau ihres Stachels den Apiden, letztere dagegen schliessen sich ziemlich eng an die Vespiden an.

Bei den Crabroniden zunächst finden wir eine gerade Schienenrinne (Fig. XVI *s*), welche sich wie bei *Apis* aus einem dicken kolbenförmigen und einem plötzlich verschmälerten, langgestreckten Endtheile zusammensetzt. Die Bögen der Schienenrinne sind dünn, aber mit zahlreichen Härchen an der Stelle ihrer stärksten Krümmung besetzt, wie wir denn überhaupt diese Härchen vollkommen constant bei allen Hymenopterenfamilien antreffen. Die Bögen articuliren durch eine breite, aber plötzlich abgestutzt endigende Chitinlamelle (Fig. XVI *e*) mit den häufig bogenförmig gewundenen Hörnern der Schienenrinne. Die Stechborsten besitzen das elastische Plättchen der Apiden, dessen Form jedoch von der bei letzteren beschriebenen etwas abweicht. Die Spitzen der Stechborsten tragen mehrere wenn auch kleine Zähne (bei *Ammophila* 6), weshalb die Angabe GERSTAECKERS (Handb. d. Zool. pag. 107), die Crabroniden entbehrten derselben, zu streichen ist. Die Schenkel des Gabelbeins divergiren kaum von einander. Die Platten sind von gewöhnlicher Form, die quadratischen oft mit chitinisirtem Fortsatz, die oblongen verhältnissmässig klein und seitlich an der Spitze

1) Bei der Aufzählung der einzelnen Gruppen folge ich dem Handbuche der Zoologie von CARUS und GERSTAECKER.

mit zweigliederig erscheinenden Stachelscheiden versehen, welche ungefederte Borsten tragen. Die Giftblase ist klein und rund, ohne starken Muskelbeleg; aus ihr nehmen zwei mit kurzen Seitenästen versehene Drüsenschläuche ihren Ursprung.

• Untersucht wurden *Crabro cribrarius* und *Ammophila sabulosa*, welche sich vor Allem durch die Gestalt der oblongen Platten und der Schienenrinne, welche letztere bei der Gattung *Crabro* am Endtheile des Kolbens eingeschnürt ist, unterscheiden.

4. Familie: Pompiliden. Die Schienenrinne der Pompiliden (Fig. XVII s) ist säbelförmig gebogen, ganz allmählig von der Basis zur Spitze sich verschmälernd. Die Bögen der Rinne sind äusserst dünn, die Hörner kurz und gerade; das Gabelbein articulirt mit der Schienenrinne, wie bei den Wespen. Wie bei den letzteren tragen auch in dieser Familie die Stechborsten keine elastischen Plättchen, erscheinen daher vollständig ganzrandig und glatt, da auch die Sägezähne an der Spitze fehlen. Die Giftblase sitzt an einem langen Halse, der sich in die Schienenrinne als geschlossene Röhre fortsetzt und durch Muskeln an deren Wandungen befestigt ist. Quadratische und oblonge Platten bieten keine Besonderheiten; die Stachelscheiden sind wie bei den Crabroniden zweigliederig und mit ungefederten Borsten besetzt.

5. Familie: Heterogynen. Aus der Gruppe der Heterogynen wurde nur *Mutilla* untersucht und auch diese nur in alten Exemplaren. Das Auffallendste bei dieser Species ist die Schienenrinne (Fig. XVIII s). Dieselbe ist ein sehr langes, aus kolbenförmigem Grunde, nur ziemlich allmählig sich verschmälerndes Gebilde, welches statt von der Ansatzstelle der Bögen geraden Weges nach hinten zu verlaufen, sich erst nach vorn in die Leibeshöhle hinein biegt, um erst jetzt nach einer abermaligen, bogenförmigen Krümmung in der normalen Weise zur Hinterleibsspitze sich zu begeben. Bei einer solchen Einrichtung hat es fast den Anschein, als ob die Schienenrinne verkehrt an die Bögen angesetzt sei, da der von der Ansatzstelle nach vorn sich wendende Theil derselben natürlich seine Furche nach oben statt nach unten kehrt. Figur XVIII wird diese Verhältnisse verdeutlichen. — Winkel, quadratische und oblonge Platten zeigen die bei *Apis* geschilderten Verhältnisse, letztere articuliren jedoch auch mit der den Bogen begleitenden, an die Hörner sich inserirenden Chitinlamelle (Fig. XVIII e). Die Stachelscheiden sind zweigliederig, nur mit wenigen, kurzen Härchen besetzt; das Gabelbein (Fig. XVIII m) ist ungeheuer gross und ohne unpaaren Schenkel. Die Stechborsten besitzen elastische Plättchen.

6. Familie: Chrysididen. Noch auffallendere Verhältnisse bieten die Chrysididen. Bekanntlich findet man äusserlich nur 3 (sel-

tener 4) Abdominalsegmente. Alle übrigen befinden sich während der Ruhe im Innern der Leibeshöhle; das letzte Segment umschliesst den Stachel. Während der Stachel von *Mutilla* durch starke Krümmung sich auszeichnete, sehen wir bei den Chrysididen nicht allein die Schienenrinne gerade, sondern auch die Bögen und die Schenkel der Stechborsten in gerader, der Längsachse der Schienenrinne folgender Richtung verlaufen, so dass, da auch die eingezogenen Endsegmente teleskopartig vorstreckbar sind, der Stachel von *Chrysis* einen ganz bedeutenden Excurs zu machen im Stande ist. Die Schienenrinne ist sehr klein und wenig chitinisiert; ein Kolbentheil ist nicht ausgebildet, vielmehr ist die Basis der Schienenrinne zu einer Spitze ausgezogen. Die von ihr ausgehenden, stabförmigen Bögen sind wasserhell und nur an der etwas gekrümmten Ansatzstelle der oblongen Platten mit einer stärker chitinierten, dreieckigen Lamelle besetzt. Die Stechborsten sind ohne Zähne, aber mit kleinem, scharf zugespitztem, elastischem Plättchen; die langen, gerade verlaufenden Schenkel inseriren sich an einem die gewöhnliche Form zeigenden Winkel. Die quadratischen Platten, wie die oblongen, sind zu dünnen Chitinstäben reducirt; die oblongen Platten tragen gebräunte, mit einfachen Borsten besetzte Stachelscheiden.

Da schon *LACAZE-DUTHIERS* diese sonderbaren Vorkommnisse bei Chrysididen einer eingehenderen Betrachtung gewürdigt und durch gute Abbildungen erläutert hat, so glaube ich von einer bildlichen Darstellung des Geschilderten Abstand nehmen zu können.

7. Familie: Formiciden. Auch diese Familie wurde, wenn auch minder gut, schon von *LACAZE-DUTHIERS* und später, soweit vollkommen entwickelte Stachelapparate auftreten, auch von *FENGER* beschrieben.

Die Gatt. *Myrmica* (wie auch *Ponera*, *Polyergus* etc.) zeigt im Bau ihres Stachels im Grunde genommen nur sehr geringe Abweichungen von *Apis*: Alle Theile sind genau in derselben Anordnung und Zahl vorhanden. Die Angabe *FENGER's*, der noch einige besondere Chitinstücke am Grunde der Schienenrinne gesehen haben will, kann ich nicht bestätigen, und glaube ich, dass ihn das sehr kleine, schwach chitinierte Gabelbein (Fig. XIX *m*), sowie die mit den Hörnern der Schienenrinne articulirenden Lamellen der Bögen (Fig. XIX *e*), welche wie bei den Crabroniden plötzlich abgestutzt endigen, zu diesem Irrthum verleitet haben. Die Schienenrinne ist gerade, aber von keilförmiger Gestalt, wie etwa die der Vespiden. Den Stechborsten (Fig. XX) fehlen die Haken, doch sind elastische Plättchen vorhanden. Winkel und Platten gleichen denen der Apiden, auch die aus zwei kurzen Schläuchen bestehende Giftdrüse zeigt, gleich der Blase, keine Besonderheiten; der Hals der letzteren wird erst im zweiten Dritttheil der Schie-

nenrinne zu einer Halbröhre. Die Stachelscheiden sind mit wenigen, steifen Borstenhaaren besetzt. —

Das Verhalten der Gattung *Formica* ist in Bezug auf die Chitintheile des Stachels durchaus nicht so abweichend von dem der übrigen Gruppen, als man früher gemeinlich annahm, wenn es auch auf den ersten Blick schwer halten mag, die vorhandenen Homologien klar aufzufassen. Ist doch selbst die von LACAZE-DUTHIERS versuchte Reduction der Theile in vieler Beziehung als eine verfehlte zu bezeichnen. — Zunächst sind Winkel, quadratische und oblonge Platte (Fig. XXI *c, a, d*) unschwer nachzuweisen. Die quadratische Platte ist allerdings nur ein ziemlich schmales, fast stabförmiges Gebilde, das sehr eng mit dem Rudimente des letzten, durch ein grosses Stigma characterisirten Rückensegmentes (Fig. XXI *rs*) verbunden zu sein pflegt¹⁾, der Winkel aber zeigt die bei den übrigen Gruppen geschilderte Gestalt. Er articulirt mit der quadratischen Platte und steht auch in normaler Weise mit der oblongen in Verbindung. An die Basis des Winkels setzt sich ein langer, gebogener Chitinstab (Fig. XXI *g*), der mit seinem sanft abgerundeten Ende bis zur Medianlinie des Abdomen reicht und hier das correspondirende Gebilde der andern Seite fast berührt. Es ist wohl nicht zu gewagt, diese rundlichen Stäbe als rudimentäre Stechborsten oder besser als Stechborstenschenkel in Anspruch zu nehmen. Der Stiel der oblongen Platte erscheint verlängert und kreuzt diese Stechborsten, um keulenförmig zu enden. Der Theil der Platte, welcher die Stachelscheiden zu tragen pflegt, ist bogenförmig ausgezogen, so dass diese Fortsätze der oblongen Platten sich ebenfalls in der Medianlinie des Körpers fast berühren (Fig. XXI *t*). Die Schienenrinne (*s*) ist vollständig rudimentär und nur als ein kurzer, gespaltener, meist aus einer hyalinen Chitinmembran bestehender Ausführungsgang der Giftblase entwickelt. Als Bögen der Schienenrinne bezeichne ich einen, die beiden oblongen Platten verbindenden Chitinstreif (Fig. XXI *b*), zu welcher Deutung ich mich durch die Entwicklungsgeschichte, welche uns Schienenrinne und Bögen als anfangs von einander unabhängige Gebilde erkennen lässt, berechtigt glaube. Die Meinung LACAZE-DUTHIERS, dieser eben besprochene dünne Chitinstreif sei das Analogon der Schienenrinne (l. c. pag. 32), ist jedenfalls eine irrige.

Da auch die Anordnung der Musculatur durchaus für die im Vorstehenden von mir gegebene Deutung spricht, so halte ich meine Auffassung der bei *Formica* auftretenden Chitingebilde für gesichert. Der

1) LACAZE-DUTHIERS hielt letzteres Chitinstück für die quadratische Platte und vermisste daher die sonst allgemein bei Aculeaten auftretende rudimentäre Rückenschiene bei den Formiciden (l. c. Tom. 14 pag. 32).

Unterschied beider in Frage kommender Gattungen im Bau des Stachels wäre also auf eine Verkümmernng der Schienenrinne und eines Theiles der Stechborsten bei *Formica* zurückgeführt. — Erheblicher fast erscheint mir die Differenz, welche im Bau des Giftapparates zwischen Myrmiciden und Formiciden sich bemerklich macht. Im Gegensatze zu der verhältnissmässig kleinen Giftblase von *Myrmica*, ist die der Gattung *Formica* unförmlich gross; der kurze zweispaltige Drüsenschlauch bei jenen ist aber zu einer Unsumme von Schläuchen geworden, welche büschelweise einem sehr langen und spiralgig aufgewundenen, gemeinsamen Kanale aufsitzen ¹⁾, der seitlich in die Giftblase mündet (Fig. XXII *gd*). Die Giftdrüse erhält durch diese Anordnung das Aussehen einer aus kaum entwirrbaren Schläuchen bestehenden, der Giftblase haubenartig aufsitzenden Kugelkalotte. Vom teleologischen Standpuncte aus ist diese eminente und von sonstigen Vorkommnissen so abweichende Entwicklung der Giftdrüse bei *Formica* leicht zu verstehen, da jedenfalls eine weit bedeutendere Quantität Gift zur Sicherung des Effectes bei diesen Thieren nöthig ist, als dort, wo jeder Tropfen unmittelbar und sicher bis in die Wunde geleitet wird. Der histiologische Bau der einzelnen Drüsenschläuche ist, wie schon MECKEL nachwies, dem der Giftdrüse von *Apis* vollkommen analog. — Uebergänge zum Stachel der Myrmiciden konnte ich, abgesehen von dem bei grösseren Arten stärker chitinisirten Ausführungsgange der Giftblase, nicht auffinden, da die Gattung *Atta*, welche LACAZE-DUTHIERS als Verbindungsglied bezeichnet, mir nicht zu Gebote stand. —

b) Stachel der entomophagen und phytophagen Hymenopteren.

Den entomophagen und phytophagen Hymenopteren pflegt man, im Gegensatze zum *aculeus* der im Vorstehenden behandelten Familien, eine *terebra* zuzuschreiben. Dennoch hat es nicht an Autoren gefehlt, welche das Unzulängliche einer solchen Eintheilung hervorhoben, und vorzüglich war es LACAZE-DUTHIERS, welcher in seiner schon mehrfach citirten Arbeit die Eintheilichkeit beider Gebilde nicht allein in Bezug auf den anatomischen Bau betonte, sondern auch eine Verschiedenheit der Function zwischen *aculeus* und *terebra* entschieden in Abrede stellte. —

1) Auffälliger Weise leugnet LEYDIG (MÜLLER'S Archiv 1859. pag. 59) diesen schon von MECKEL angedeuteten Bau der Giftdrüse; vielmehr betont er gegenüber den Darstellungen MECKEL'S ausdrücklich, dass die Giftdrüse von *Formica* (*rufa*) durch einen einfach verlaufenden Kanal repräsentirt werde. Diese Behauptung ist nur durch irgend welchen Irrthum jenes Forschers erklärbar. —

Wir haben in diesem Abschnitte zunächst auf den Bau der terebra einzugehen, um in dem Kapitel über den Mechanismus die Functionen derselben etwas näher ins Auge zu fassen. Leider aber ist es mir nicht möglich gewesen, alle Gruppen der hierher gehörigen, im Bau des Stachels so äusserst mannigfache Gestaltungsverhältnisse darbietenden Hymenopteren zu analysiren, da das Untersuchungsmaterial nicht in allen Fällen zu beschaffen war. So muss ich von den Familien der Proctotrypiden und Chalcididen gänzlich abstrahiren, während die Ichneumoniden nur soweit sie zu den »genuini« gehören, berücksichtigt werden konnten. Nach den Mittheilungen LAGAZE-DUTHIERS' aber bieten diese Familien eben keine fundamentalen Verschiedenheiten dar, so dass im Allgemeinen das im Folgenden Gesagte auch auf sie Anwendung finden dürfte. —

4) Chitintheile. Bei allen in Frage kommenden Hymenopteren sind zunächst sämtliche Chitintheile, welche wir zum Stachel der Aculeaten zusammentreten sahen, mit Leichtigkeit nachzuweisen. Eine alleinige Ausnahme macht das Gabelbein, welches allen Terebrantiern zu fehlen scheint. —

Die flächenhaft gebildeten Theile, die Platten, schliessen sich im Allgemeinen den uns aus der Gruppe der Aculeaten bekannten Formen an und zeigen nur geringe Differenzen in ihrer Gestaltung. Dennoch sind sie durch gewisse, zwar untergeordnete, aber durchaus constante Merkmale von denen der Aculeaten geschieden. —

Zunächst sind die Chitinfortsätze der quadratischen Platten, wie wir sie z. B. bei den Vespiden auftreten sahen, stets zu einem vollständigen Ringe an der Dorsalseite verwachsen, so dass die Anzahl der Segmente um eines erhöht scheint¹⁾. An den Verbindungsstellen dieses dorsalen Ringes mit den quadratischen Platten findet sich mit grosser Regelmässigkeit je ein kleiner mit Borsten besetzter Zapfen (Taf. XVI Fig. I *at*), für welchen ich die Bezeichnung »Analtaster« in Anwendung bringen möchte. Das Vorhandensein derselben ist durchaus charakteristisch für eine terebra im LATREILLE'schen Sinne. —

Auch die oblongen Platten sind unschwer von den bei Aculeaten geschilderten zu unterscheiden: sie zeichnen sich nämlich durchweg durch bedeutende Breite ihrer Basis aus. Sie inseriren sich daher an

1) Es steht diese Einrichtung wohl damit im Zusammenhange, dass die terebra in der Mehrzahl der Fälle nicht wie der aculeus im Abdomen verborgen liegt, sondern selbst schon in der Ruhe weit aus der Leibeshöhle hervorragt. — Es konnte daher die gefaltete Chitinmembran, welche bei *Apis* die so ausgiebige Bewegung des gesammten Stachels ermöglichte (Vgl. pag. 295), da sie nunmehr überflüssig, durch stärkere Chitinisirung zur Vermehrung des festen Zusammenhanges zwischen Stachel und Abdomen verwendet werden.

die Bögen fast in deren ganzer Länge und articuliren meistens direct mit der Schienenrinne (vergl. Taf. XV Fig. XXIII, Taf. XVI Fig. III).

Die den oblongen Platten aufsitzenden Stachelscheiden zeigen sich ungemein variabel in Form und Consistenz. Bald sind es kurze, ziemlich dünnwandige Cylinder mit weitem Lumen (vergl. Fig. VIII *t* von Bauchus), bald stark chitinisirte, dolchartige, ganzrandige oder gezähnte Gebilde, wie bei vielen Ichneumoniden und den Uroceriden (Taf. XVI Fig. V *t*); bald endlich erscheinen sie zu einfachen Fortsätzen der oblongen Platten umgestaltet (Cynipiden Taf. XV Fig. XXIII *t*). —

Fast noch grössere Mannigfaltigkeit als in den Formen des eben besprochenen Organs finden wir bei der Betrachtung des Stachels im engeren Sinne.

Die extremste Bildung von allen ist die in der Gruppe der Tenthredineen auftretende. Es fällt hier sofort in die Augen, dass die Schienenrinne fast ihrer ganzen Länge nach gespalten ist, so dass beide Hälften nur durch eine schmale Brücke an der dorsalen Seite in Verbindung stehen (vergl. die auseinandergeklappte Schienenrinne von *Cimbex* Taf. XVI Fig. III). Diese Schienenrinne ist stark gekrümmt, seitlich zusammengedrückt und in ihrer ganzen Länge mit wellenförmigen Querleisten versehen. Die Stechborsten (Fig. IV) sind ebenfalls gerippte, stark seitlich zusammengedrückte Gebilde, deren schmale Längsränder verdickt erscheinen. Elastische Plättchen fehlen, wie überhaupt bei allen Terebrantiern; dagegen finden wir hier eine neue spezifische Einrichtung. Gleich nach dem Austritt aus dem basalen Theile der Schienenrinne nämlich endigt plötzlich der äussere Längsrand der Stechborste, ohne der Krümmung der Bögen zu folgen, um einem Muskel, welcher zur letzten Bauchschiene tritt, als Ansatzstelle zu dienen (Taf. XVI Fig. I *lr*). — Diese Einrichtung ist übrigens den Tenthredineen nicht eigenthümlich: ein gleiches Verhalten finden wir bei den Uroceriden (Taf. XVI Fig. V *lr*, von *SIREX*) und, soweit meine Untersuchungen reichen, auch bei Ichneumoniden. Doch finden sich bei letzteren augenscheinlich Uebergänge zu dem normalen Verhalten der Stechborsten, wie wir es bei den Aculeaten geschildert. Letzteren schliessen sich die Cynipiden an.

Die freiliegende Schienenrinne der Uroceriden ist lang, stiletartig und glatt (Taf. XVI Fig. V *s*). Nur die äusserste Spitze, welche etwa in Form einer Schreibfeder gespalten ist, zeigt eine Anzahl von stumpfen Zähnen (Fig. VII). Die Leisten der Rinnenfurchenränder zeichnen sich durch auffallende Grösse aus (vergl. den Querschnitt (Fig. VI *l*). Die Stechborsten, abgerundet dreikantig, sind an ihrer inneren untern Seite mit Haaren besetzt und tragen an ihrer Spitze wenige, stumpfe

Sägezähne. Merkwürdig ist es, dass die in normaler Lage einander zugekehrten Flächen der Stechborsten je einen Längsspalt tragen, welcher von der Basis bis etwas über die Mitte reicht. —

Die Gruppe der Cynipiden zeichnet sich durch eine ungemein schlanke, meist wie bei *Mutilla* an der Basis rückwärts gebogene Schienenrinne aus. Die Spitze derselben zeigt in der Regel einige Zähne, während die Stechborsten meist vollkommen glatt erscheinen (vergl. Taf. XV Fig. XXIII). — Weitaus die grösste Mannigfaltigkeit von allen Gruppen bieten die Ichneumoniden im Bau des eigentlichen Stachels dar. Während wir einerseits Formen gewahren, deren allgemeine Verhältnisse nur wenig etwa von einem Apidenstachel verschieden sind, begegnen wir andererseits Gebilden, welche, die Körperlänge weit übertreffend, ausserordentlich dünne und schlanke, von ähnlich geformten Stachelscheiden umgebene Fäden darstellen. Bald besteht die Schienenrinne aus einem einzigen, bald aus zwei Stücken, ja bei *Pimpla* fand ich sie aus zwei durch einen selbstständigen, schmalen Chitinstreif in ganz eigenthümlicher Weise verbundenen Längshälften zusammengesetzt (vergl. Fig. XI den Querschnitt bei normaler Lage der Theile; Fig. XII die 3 Stücke der Schienenrinne isolirt). Bald ist dieselbe rund, bald eckig (Taf. XVI Fig. X), bald mit grosser, bald mit kaum erkennbarer Längsleiste auf den Furchenrändern. — Ähnliche Verschiedenheiten nun bieten auch die Stechborsten. Auch sie können rund, eckig, dünnwandig, starr (und dann meist an der Innenfläche mit einem Längsspalt versehen Fig. XI), gezähnt oder glatt erscheinen, so dass es in der That schwer hält, zwei annähernd gleiche Formen aufzufinden (vergl. die Querschnitte Fig. IX, X und XI). —

Es kann nicht in meiner Absicht liegen, detailirte Beschreibungen dieser selbst bei nahe verwandten Species oft ganz bedeutend differirenden Formverhältnisse zu liefern. Schon das geringe mir zu Gebote stehende Material würde ein solches Unternehmen unmöglich machen. Einen allgemeinen Ueberblick aber über die zur terebra der entomophagen und phytophagen Hymenopteren zusammentretenden Chititheile glaube ich im Vorstehenden gegeben zu haben. So sehr wir auch im Allgemeinen die Uebereinstimmung derselben mit denen des aculeus betonen müssen, so sehen wir doch in dem Fehlen des Gabelbeins, dem Auftreten der Analtaster, den veränderten Formverhältnissen der quadratischen und oblongen Platten, sowie endlich in der oft so seltsamen Gestaltung der Schienenrinne, eine Reihe von Eigenthümlichkeiten, welche uns mit ziemlicher Leichtigkeit die Natur eines vorliegenden Stachels erkennen lassen. Weniger sicher aber, als aus den

Chitintheilen, ist eine solche Beurtheilung aus dem Drüsenapparate oder der Musculatur.

2) Giftapparat. Dass allen Hymenoptera aculeata eine Giftdrüse zukomme, ist nie bezweifelt worden. Weniger bekannt aber ist es, dass auch die terebra in allen Fällen, neben etwaigen anderen Functionen, als Ausführungsgang einer Drüse dient, deren Analogie mit der Giftdrüse der Aculeaten nach ihrer Structur, Zusammensetzung und Lage nicht im Mindesten zu bezweifeln steht. Zwar spricht schon LACAZE-DUTHIERS von einer Giftdrüse bei Ephialtes, ja LÉON DUFOUR beschreibt in der pag. 289 citirten Abhandlung eine grosse Anzahl von Drüsenformen bei Tenthredinocn, Urocriden, Ichneumoniden etc.; allein der letztgenannte Forscher verkannte eben die vollständige Gleichwerthigkeit dieser von ihm als »glandes sérifices« bezeichneten Gebilde mit dem Giftapparate der Aculeaten. Nicht anders erging es späteren Autoren¹⁾, wie denn z. B. v. SIEBOLD (vergl. Anatomie Bd. II pag. 646) diese Organe der glandula sebacea bei Apis identificirt hat. Dass eine solche Deutung unhaltbar, beweist das oft (namentlich bei Ichneumoniden) gleichzeitige Vorhandensein sowohl der Giftdrüse als auch der glandula sebacea auf das Entschiedenste. —

Die Formen dieses von mir vorläufig ebenfalls als Giftdrüse bezeichneten Apparates schliessen sich im Allgemeinen durchaus den bei Aculeaten besprochenen Verhältnissen an. Auch hier finden wir lange, meist verästelte Drüsenschläuche einem weiten, häufig durch Einschnürung getheilten Behälter aufsitzen, welcher dann seinerseits durch einen meist sehr langen und dünnen Hals mit der Schienenrinne in Verbindung steht. Die Gestaltung der Drüsenschläuche ist sehr mannigfaltig, weshalb ich auf LÉON DUFOUR'S Abbildungen (op. c. pl. 9 und 10) verwiesen haben will. Der in die Schienenrinne eintretende Blasenhalsh geht theils sogleich, theils erst nach längerem Verlauf in ein offenes Chitinrohr über. —

3) Musculatur. Aehnliche Uebereinstimmung wie im Giftapparat zeigen die Hymenopteren endlich auch in der Anordnung der Musculatur, wengleich durch Umformung der Chitintheile auch manche Modificationen in der Stärke und Insertion erzeugt werden. So inserirt sich der bei Aculeaten auftretende Gabelheimgmuskel bei Terebrantiern, welchen wie oben bemerkt das betreffende Chitinstück fehlt, an die Basis der Schienenrinnenbögen oder der Schienenrinne selbst. Aehnliches findet sich übrigens schon bei Myrmica, welche Gattung durch

1) Eine Ausnahme macht SCHIOEDETE (Naturhist. Tidskrift 1842 Bd. IV Heft 1), welcher die Drüsenapparate von Ichneumon Annulator, Ophion luteus und Pimpla instigator ausdrücklich als Homologa der Giftdrüse von Apis bezeichnete. —

geringe Entwicklung des Gabelbeins sich auszeichnet. — Erwähnt wurde ferner schon (pag. 307) der bei Terebrantiern auftretende Muskel, welcher von der Basis der Stechborsten nach vorn zur Bauchschiene verläuft; für ihn lässt sich kein Analogon bei Aculeaten auffinden. —

Weitere Verschiedenheiten gewährte ich nicht, doch gestehe ich offen, dass ich die Reihe der in Bezug auf Zahl und Anordnung der Muskeln auftretenden Besonderheiten durch das Gegebene noch nicht abgeschlossen glaube. Vielmehr dürften gründlichere Untersuchungen als die von mir angestellten noch manche neue und interessante Verhältnisse zu constatiren im Stande sein. —

Mechanismus des Stachels.

a) Bewegungsmechanismus. Schon in der Einleitung wurde hervorgehoben, dass SOLLMANN der erste war, welcher die Mechanik des Bienenstachels festzustellen und durch schematische Abbildungen zu erläutern suchte. Die Basis aber, auf welche er sich stützte, die Daten, welche er seinen Constructionen zu Grunde legte, beruhten auf so unrichtigen Beobachtungen, dass uns die gänzliche Erfolglosigkeit seiner Bemühungen nicht Wunder nehmen kann. Abgesehen nämlich von der irrigen Behauptung, das Gabelbein inserire sich mit seinen paarigen Schenkeln an die Lamellen der Stechborsten, hat sich Herr SOLLMANN auch über die Insertion zweier Muskelpaare getäuscht, indem er das von der quadratischen Platte an die Basis des Winkels tretende, an die Bögen der Schienenrinne, das von der quadratischen zum Stiel der oblongen verlaufende Paar aber an den mittleren Theil der Winkel inseriren lässt. — Doctor FENGER erwähnt vornehmlich nur zwei Muskeln, welche den Winkel mit der Basis der Schienenrinne verbinden sollen (l. c. pag. 459). Dieselben existiren aber sicherlich nicht. —

Vier Bewegungen sind es, welche wir bei der Explikation des Mechanismus zu betrachten haben: Vor- und Rückwärtsbewegung des eigentlichen Stachels, d. h. der Schienenrinne sammt Stechborsten, und Vor- und Rückwärtsbewegung der letzteren allein. Suchen wir zunächst auf empirischem Wege die Art der Stechborstenbewegung zu eruiren, so bietet uns ein frisch aus dem Abdomen einer lebenden Biene gezogener Stachel hierzu die beste Gelegenheit. Mit grosser Geschwindigkeit sehen wir hier den Winkel sich an dem Articulationspuncte mit der oblongen Platte hin- und herbewegen, derart, dass sein Insertionspunct mit dem Schenkel der Stechborste bald der Stielbasis der ob-

longen Platte genähert, bald von derselben entfernt wird. Die quadratische Platte folgt nur in geringem Masse den Bewegungen des Winkels; die oblonge erscheint unbeweglich. Aus unmittelbarer Anschauung ergibt sich also, dass die Gleitbewegung der Stechborsten auf den Leisten der Schienenrinne durch Vermittelung des Winkels erfolgt, dessen Drehpunkt an der Articulationsstelle mit der oblongen Platte gelegen ist. —

Fassen wir nunmehr die pag. 296 beschriebene Musculatur ins Auge, so sehen wir leicht, dass es drei Muskelpaare sind, welche den oben geschilderten Effect zu erzielen vermögen. Ich meine die drei starken, von den quadratischen Platten ausgehenden Muskelpaare, deren zwei an die oblonge Platte sich inseriren, während das dritte zur Winkelbasis sich begiebt (Taf. XV Fig. II *n*, *o* und *w*). Denken wir uns nämlich den verdickten Rand der quadratischen Platte dem der oblongen soweit genähert, als es ohne Zerrung des zum Winkel tretenden Muskels möglich (vergl. die nebenstehende schematische Darstellung), so wird der an den Stiel der oblongen Platte sich inserirende Muskel (*n*)

durch Contraction seiner Fasern einen Druck der quadratischen Platte auf ihren Articulationspunkt mit dem Winkel hervorbringen. Da aber der Winkel einen Hebel darstellt, dessen Stützpunkt an

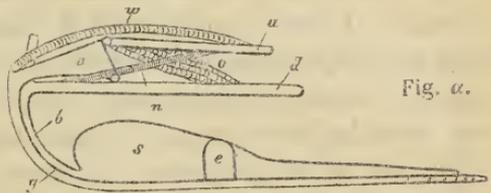


Fig. α.

der oblongen Platte gelegen, so wird der Winkel sich um eben diesen Stützpunkt drehen müssen, d. h. die Stechborste wird aus der Schienenrinne hervorgestossen (Fig. α). Den Muskel, welcher die eben beschriebene Wirkung hervorbringt, möchte ich den »protrusor« der Stechborsten nennen. — Denken wir uns nun die Wirkung desselben sistirt, so wird zunächst sein Antagonist, der von der Basis der quadratischen Platte zum hintern Rande der oblongen tretende Muskel (*o*) durch Contraction die quadratische

Platte in die frühere Lage zurückzuziehen im Stande sein. Gleichzeitig aber beginnt auch der die Winkelbasis mit der quadratischen Platte verbindende Muskel —

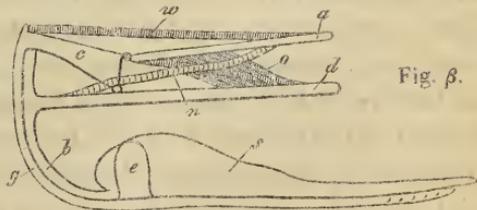


Fig. β.

ich nenne ihn den »retractor« der Stechborsten — sich zu contrahiren (Fig. β, *w*). Die dadurch erzeugte Kraft vermag aber natürlich nur auf die Winkelbasis zu wirken: wiederum wird der Winkel um seinen

Unterstützungspunct gedreht, die Stechborste wird zurückgezogen (Fig. β). —

Dies der Mechanismus der Stechborstenbewegung, dessen Precision und Exactheit noch erhöht wird durch die an den Stechborsten befestigten, in den Kolben der Schienenrinne hineinragenden elastischen Plättchen, welche — abgesehen von der Länge und Contractilität der Muskeln — die Grenzen der Verschiebung zu normiren haben. Die Spannung derselben bei vorgeschobener Stechborste ist durch Reibung an den Kolbenwandungen eine so grosse, dass sie ganz allein im Stande sind, die Stechborsten in die normale Lage zurückzuschellen. Experimentell lässt sich dieses sehr hübsch an einem der Länge nach aufgeschnittenen Stachel nachweisen. —

Weit bedeutendere Excurse als die Stechborsten allein hat der Stachel im engeren Sinne auszuführen. Da es aber nicht möglich, durch directe Beobachtung den Mechanismus dieser Bewegung festzustellen, so kann das im Folgenden Gegebene nur als Vermuthung betrachtet werden. —

Nachdem wir dreien der sechs Muskelpaare ihre, wie ich glaube, wahrhafte Function zugeschrieben haben, würde noch eine gleiche Zahl für die in Frage stehende Bewegung übrig bleiben. Von diesen aber sind zwei so schwach, dass sie schon deshalb — ganz abgesehen von ihren Insertionspuncten — für das Vorstrecken der Schienenrinne völlig ungeeignet erscheinen. So kann die Contraction des die Hörner mit den Bögen verbindenden Muskels höchstens eine Krümmung der letzteren bewirken, während der von der quadratischen Platte zur Rückenschiene verlaufende nichts ist, als ein Suspensorium für den Stachel; sein Insertionspunct am Rückensegment repräsentirt den Drehpunct für die Gesammtheit der den Stachel zusammensetzenden Chitingebilde. — Es bliebe somit nur noch der Gabelmuskel zur Vor- und Rückwärtsbewegung der Schienenrinne übrig. Doch auch dieser erscheint für eine solche Rolle durchaus ungeeignet. Die einzige Wirkung, welche er vermöge seiner Lage hervorzubringen vermag, ist ein Heben des Gabelbeins und der Kolbenbasis, unter gleichzeitiger Krümmung der Schienenrinnenbögen. Darnach würde also dieser Muskel die Aufgabe haben, der aus dem Abdomen heraustretenden Spitze des Stachels durch Hebung der Basis des letzteren eine Richtung nach unten zu verleihen, eine Aufgabe, die gewiss, bei der ganzen Art und Weise des Gebrauches dieser Waffe, keine unwichtige zu nennen ist. —

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass die den Stachel nach aussen bewegende Kraft keine durch Muskeln erzeugte sein kann, und dieser Schluss erscheint um so mehr gerechtfertigt, als wir fast genau dieselbe

Musculatur bei Hymenopteren auftreten sehen, deren Stachel bei einer vollkommen äusserlichen Lage überall keine selbstständigen Excurse auszuführen hat. — Ich nehme daher keinen Anstand, als treibendes Princip für die Bewegung des Stachels im engeren Sinne die Blutflüssigkeit zu bezeichnen, welche ja auch bekanntermassen bei dem Hervorstülpen des Penis und ähnlicher Körperanhänge eine so wichtige Rolle spielt. Bei jeder stechenden Biene kann man eine seitliche Annäherung der Abdominalwandungen mit Leichtigkeit beobachten, bei frisch getödteten aber genügt ein geringer Druck auf die vorderen Hinterleibssegmente, um den Stachel in normaler Weise hervortreten zu lassen. —

Auch für die Mechanik der übrigen Hymenopterenstachel wird das Gesagte im Grossen und Ganzen Gültigkeit besitzen, wenn auch in einzelnen Gruppen weitere Complicationen nicht zu fehlen scheinen. So wird bei Terebrantiern die Bewegung der Stechborsten durch das Hintertreten eines neuen Muskels (vergl. pag. 307) jedenfalls mannigfaltiger sich gestalten, als bei den Aculeaten. Vor allem aber muss die Spaltung der Schienenrinne bei Tenthredineen, die gelenkartige Verbindung beider Hälften derselben durch einen unpaaren Chitinstreif bei *Pimpla* (Taf. XVI Fig. XI und XII) auch diesem Organe eine Reihe von Bewegungen erlauben, welche mit der veränderten Function der Schienenrinne im engsten Zusammenhange stehen. —

In welcher Weise nun der Stachel durch abwechselndes Vorwärtsschieben der Stechborsten in die Wunde dringt, ist schon von früheren Autoren beschrieben worden. FENGER sagt in Bezug auf diesen Punct (l. c. p. 168), die Stechborsten seien »ungleich im Abdomen aufgehängt«, so dass ihre Spitzen nie mit gleicher Länge die Schienenrinne überragen könnten. Ich glaube letzteres Verhalten, welches allerdings zum tieferen Eindringen des Stachels nothwendig ist und lebhaft an das abwechselnde Agiren der Kieferhälften bei Schlangen erinnert, weit einfacher aus ungleichmässiger Contraction der correspondirenden Muskeln, denn aus einer asymmetrischen Lage des gesammten Apparates erklären zu können. — In Betreff der an den Bögen der Schienenrinnen bei allen Hymenopterenfamilien auftretenden Härchen äussert FENGER die Ansicht, dieselben seien dazu da, die Reibung zwischen Bögen und Stechborsten zu vermindern. Mir scheinen sie im Gegentheil ein Befestigungsmoment, indem sie, gegeneinander convergirend, die Stechborsten seitlich umfassen. Für eine solche Auffassung spricht auch vor allem ihre Stellung an der Bogenkrümmung, an einem Punkte also, an dem unter sonst gleichen Verhältnissen ein Abgleiten der Stechborsten von den Leisten am ehesten zu befürchten steht. — Ueber die Bedeutung der

ebenfalls ziemlich constant auftretenden Härchen an den oblongen Platten konnte ich keine Gewissheit erlangen; möglich, dass sie der protrusor der Stechborsten fixiren helfen. —

b) Giftabfluss. Die Frage, auf welchem Wege das Secret der Giftdrüse in die Wunde gelange, ist schon mehrfach Gegenstand der Erörterung gewesen. Nach einer Zeichnung SOLLMANN'S (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XIII Tab. XXXVII Fig. 3) fliessen die einzelnen Tropfen, nachdem sie in die Schienenrinne gelangt und gleich an der Basis derselben durch einen (gar nicht vorhandenen) Längsspalt zwischen den beiden Stechborsten nach aussen getreten sind, an der Aussenseite der Stechborsten entlang in die Wunde. Abgesehen aber davon, dass bekanntlich die Stechborsten an der Unterseite der Schieneurinne befestigt sind, man also nicht einsieht, weshalb die Tropfen nicht schon beim Austritt aus der Kolbenbasis zu Boden fallen, muss eine solche Einrichtung auch wegen der Eigenschaft des Giftes an der Luft zu gerinnen als völlig unmöglich bezeichnet werden. — Abenteuerlicher noch sind die Behauptungen, welche FENGER über den Abfluss des Giftes aufzustellen versucht. Tracheenäste, welche sowohl in die Schienenrinne als in die Stechborsten eintreten, haben — so vermüthe ich — ihn verleitet, eine Spaltung des Blasenbalses nach seinem Eintritt in die Schienenrinne in viele Aeste anzunehmen. Aus diesen Aesten soll dann das Gift durch kleine Oeffnungen in das Innere der Stechborsten treten, um an deren Spitze abermals durch eine hypothetische Oeffnung nach aussen und in die Wunde zu fliessen. Hervorgerufen wurde diese Ansicht FENGER'S durch die Bemerkungen SWAMMERDAM'S über den Giftabfluss, welcher im Wesentlichen die später von SOLLMANN adoptirte Hypothese aufstellte. Da auch FENGER die beiden Stechborsten durch einen Spalt getrennt glaubte, ihm also jene Erklärung nicht genügen konnte, so suchte er einen vollständig neuen und selbstständigen Weg, während doch in Wirklichkeit die SWAMMERDAM'Sche Ansicht nur geringer Modificationen bedarf, um als die richtige zu erscheinen. Schon pag. 294 haben wir nachgewiesen, dass die beiden Stechborsten sich ihrer ganzen Länge nach berühren, dass also der von ihnen und der Schienenrinne gebildete Kanal ein vollständig geschlossener ist. Wir haben ferner gezeigt (pag. 298), dass die Fortsetzung des Giftblasenbalses den Boden eben jenes Kanales darstelle. Aus beiden Daten folgt aber unmittelbar, dass das Gift einzig und allein in dieser von Stechborsten und Schienenrinnenrinne gebildeten Röhre seinen Abfluss haben könne, um an der Spitze, wo die Stechborsten weder genau zusammenschliessen, noch fest der Schienenrinne aufliegen, aus derselben hervorzutreten. — Die Ausstellungen FENGER'S wegen Gerinnung des Giftes an der Luft

werden auf diese Weise beseitigt, während andererseits selbst bei nach oben gerichteter Stachelspitze das Gift durch Contraction der Blasenwände im Kanal aufwärts getrieben werden muss. —

c) Function des Stachels. Dass der Aculeus hauptsächlich zum Stechen, die Terebra zum Eierlegen vorhanden, kann im Allgemeinen nicht bezweifelt werden. Dennoch haben wir uns gegen eine strikte Scheidung der Function von »Legeböhre« und »Wehrstachel« entschieden zu verwahren. — Einen Hauptgrund, letzteren allein als Schutz- und Trutzwaffe in Anspruch zu nehmen, glaubte man in dem steten Vorhandensein einer mit dem Stachel verbundenen Giftdrüse gefunden zu haben. Nachdem wir aber (pag. 309) nachgewiesen, dass ein ganz analog zusammengesetzter Drüsenapparat allgemein auch bei Terebrantiern sich auffinden lasse, würde es nunmehr allein die Verschiedenheit des Secretes sein, welche beide Stachelformen als von einander differente erscheinen lässt. Das Secret der Aculeaten (nach Dr. DOENHOFF'S in der Bienenzeitung Jahrg. XIV Nr. 47 veröffentlichten Untersuchungen eine Lösung von Eiweiss in Ameisensäure) würde als Gift gegen Thiere, das der Terebrantier als Reizmittel für Pflanzen oder aber (bei Ichneumoniden) als Kittsubstanz etc. zu bezeichnen sein. Abgesehen aber von einem solchen bei unserer gegenwärtigen Unkenntniss der chemischen Zusammensetzung dieser Secrete durchaus ungenügenden Criterium, kann der angegebene Unterschied nicht einmal in ganzer Ausdehnung aufrecht erhalten werden, da es eine nicht unbedeutliche Anzahl von Ichneumoniden giebt, welche empfindlich zu stechen im Stande sind. — Es übernimmt also in diesen Fällen die Terebra vollständig die Function des Aculeus. — Nicht weniger einseitig, als dem Aculeus allein die Fähigkeit des Stechens zuzusprechen, ist die Behauptung, dass nur die Terebra beim Ablegen der Eier theiligt sei. Schon von mehreren Seiten (vergl. z. B. »die Bienenzeitung« Bd. I 1864) ist darauf hingewiesen worden, dass Bienenkönigin und Arbeiterin beim Eierlegen sich verschieden verhalten. Erstere nämlich legt mit grosser Regelmässigkeit jedes Ei auf den Boden der Zelle, während eine geschlechtlich vollkommener entwickelte Arbeiterin, wie solche ja häufig genug zu beobachten sind, das Ei nur an die Wandung der Zelle anzukleben pflegt. Eine solche Differenz lässt sich nach LEUCKART, dem ich mich anschliesse, nur erklären durch die verschiedenen Formen des den beiden Thieren zukommenden Stachelapparates. Sobald das Ei die an der Basis des letzten Bauchsegmentes mündende Vagina verlassen, gelangt es in eine Halbrinne, welche seitlich von den beiden Stachelscheiden, oben von den auf der Schienenrinne befestigten Stechborsten gebildet wird. Je nachdem nun diese Halbrinne einen

geraden oder einen gebogenen Verlauf nimmt — ersteres ist bekanntlich bei der Arbeiterin, letzteres bei der Königin der Fall — wird das Ei eine spezifische Richtung nehmen und auch nach seinem Austritte aus dem Hinterleibe inne halten, d. h., es wird je nach den Verhältnissen entweder an die Wand oder an den Boden der Zelle abgesetzt werden. —

Sehen wir in dieser Weise den Stachel der Aculeaten beim Eierlegen betheilig, so müssen wir in der That zugestehen, dass eine fundamentale Verschiedenheit der Function zwischen Wehrstachel und Legebohrer überall nicht existirt. Dagegen werden wir mit Leichtigkeit nachzuweisen im Stande sein, dass die extremsten Formen beider Organe allerdings nicht unerheblich, wie im Bau, so in der Function von einander abweichen. —

Während in der Gruppe der Ichneumoniden einerseits nicht selten Stachelapparate auftreten, welche in ihrem ganzen Bau eine grosse Uebereinstimmung mit dem Aculeus zeigen, finden wir andererseits auch Formen, deren gesammte Construction zum Stechen absolut ungeeignet erscheint. In noch höherem Masse gilt dies von der breiten, lamellenförmigen Terebra der Tenthredineen. Man könnte diese Verschiedenheit der Form allein durch die Ungleichartigkeit der Medien, für welche der Stachel in Anwendung kommt, zu erklären versuchen und würde dadurch sicher zum Verständniss einer ganzen Reihe von Einrichtungen gelangen ¹⁾. Jene Eigenthümlichkeiten des Baues aber, welche wir in einem früheren Abschnitte (pag. 308) als fast allen Terebrantiern gemeinsam beschrieben haben, finden wir hierdurch nicht erklärt. Sie setzten mit Nothwendigkeit auch eine gemeinsame, den Aculeaten nicht zukommende Function voraus. —

Betrachten wir die so eigenthümlichen bei Terebrantiern, mit Ausnahme der Cynipiden, fast allgemein vorkommenden Fortsätze an der Basis der Stechborsten (Taf. XVI Fig. I und V *br*), so können wir nur eine Vermuthung über den Zweck derselben aufstellen. Es wird durch jene eine Vorrichtung geschaffen, das Ei aus der unmittelbar zwischen den beiden Fortsätzen mündenden Vagina sicher in das Innere des Stachels oder genauer, zwischen die Stechborsten des letzteren treten zu lassen. In der That glaube ich bei der grossen Mehrzahl der Tere-

1) So ist leicht einzusehen, dass jene Ichneumonidengruppen, welche in Spalten und Löchern versteckten Insecten nachspüren, eines langen, fadenförmigen Stachels bedürfen. — Der Sägeapparat der Tenthredineen erscheint vorzüglich geeignet, das Parenchym der Blätter zu durchschneiden, während die festere Holzfasern erst mit Hülfe eines starren und festen Stachels, wie ihn die Uroceriden besitzen, durchbohrt wird. —

brantier als Weg des Eies den Raum zwischen den Stechborsten resp. zwischen Stechborsten und Schienenrinne bezeichnen zu müssen, und zwar sprechen dafür ausser der eben hervorgehobenen Einrichtung noch etwa folgende Verhältnisse.

Bei Aculeaten sehen wir die beiden Stechborsten in allen Fällen sich in der Medianlinie berühren; die Wandungen derselben sind gleichmässig chitinisirt und starr; eine Verschiebung auf den Leisten der Schienenrinne findet stets nur in der Längsrichtung statt. — Werfen wir dagegen einen Blick auf die Querschnitte der Stechborsten etwa von *Banchus* (Taf. XVI Fig. IX *g*) oder *Tenthredo* (Taf. XVI Fig. II *g*), so fällt es zunächst auf, dass die Stechborsten bei normaler Lage auseinanderklaffen. Ihre inneren Wände sind dünnhäutig oder doch nur zum Theil verdickt, so dass sie mit Leichtigkeit den Aussenwänden genähert werden können. Eine gleiche Erweiterung des zwischen beiden gelegenen Hohlraums wird bei *Sirex* und vielen Ichneumoniden dadurch ermöglicht, dass die Innenwand der Stechborste einen Längsspalt trägt (vergl. Taf. XVI Fig. XI von *Pimpla*). — Der die Basis jenes Chitinstückes mit dem letzten Bauchsegmente verbindende Muskel wird auch eine seitliche Bewegung der Stechborsten ermöglichen und zwar um so eher, als in vielen Fällen (z. B. Fig. VI von *Sirex*) die Leiste der Schienenrinne ungeheuer gross ist und im Querschnitte vollkommen halbkreisförmig sich darstellt. —

Alle diese an den Stechborsten zu bemerkenden Eigenthümlichkeiten weisen meiner Meinung nach darauf hin, dass das Ei innerhalb des Stachels selbst an seinen Bestimmungsort gelangt. Ist dieser Weg bei *Banchus*, wo die Ränder der Schienenrinnenfurche sich fast berühren (Taf. XVI Fig. IX) oder bei *Sirex*, wo die an den Stechborsten auftretenden Haare ein Eindringen des Eies in die Schienenrinne selbst verhindern werden, ein mehr äusserlicher zu nennen, so wird in anderen Fällen, wie z. B. bei *Tenthredineen*, das Ei einen mehr innerlichen Verlauf nehmen, wie sich aus der Längsspaltung der Schienenrinne und dadurch ermöglichter Erweiterung derselben erschliessen lässt. —

Die Complicationen dieser Verhältnisse sind übrigens sehr mannigfaltige, und es wird ein sehr langes und gründliches Studium, verbunden mit directen Beobachtungen über den Act des Eierlegens, dazu gehören, um in allen Fällen den Weg angeben zu können, welchen das Ei auf seiner Wanderung zum Bestimmungsorte zurücklegt. Vorzügliche Berücksichtigung bei dieser Frage verdient vor Allem auch das sehr verschiedenartige Verhalten des Giftblasenhalses innerhalb der Schienenrinne, der bald wie bei *Apis* als Boden der Rinnenfurche

(Taf. XVI Fig. X), bald als geschlossene Röhre (Fig. IX) auftritt, bald endlich bei gespaltener Schienenrinne die beiden Hälften der letzteren zu je einem geschlossenen Kanale ergänzt hat (Fig. II, VI und XI). —

Dass trotz mancher der im Vorstehenden aufgezählten spezifischen Einrichtungen in vielen Fällen das Ei dennoch nicht durch den Stachel selbst, sondern in der bei Aculeaten beschriebenen von Stachel und Scheiden gebildeten Halbrinne sich fortbewege, kann nicht in Abrede gestellt werden. Ist doch oft die Grösse des Eies so kolossal, dass die Aufnahme desselben im Innern des Stachels als reine Unmöglichkeit erscheinen muss. —

Die durch obige Betrachtung gewonnenen Resultate lassen sich in Kürze etwa folgendermassen formuliren: Aculeus und Terebra sind im Allgemeinen durch Bau und Function von einander unterschieden. Uebergänge der mannigfaltigsten Art aber lassen sie als ursprünglich gleiche und erst durch Anpassung nach verschiedenen Richtungen hin spezifisch umgeformte Organe erkennen. — Der Weg den das Ei durchläuft ist bei Aculeaten eine aus Stachel und Stachelscheiden gebildete Halbrinne; bei Terebrantiern machen zahlreiche, oft auf gewisse Gruppen beschränkte Einrichtungen es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass neben jener Rinne auch der von den Stechborsten umschlossene Hohlraum, wie das Innere der Schienenrinne, zur Leitung des Eies benutzt werde. —

d) Fortbewegung des Eies. Ich schliesse diesen Abschnitt nicht, ohne noch kurz die Frage nach der motorischen Kraft berührt zu haben, welche die Eier von der Mündung der Vagina bis an ihren Bestimmungsort zu treiben geeignet ist. —

Es ist eine alte, schon von LACAZE-DUTHIERS als sinnlos bezeichnete Ansicht, dass das Ei, sofern es innerhalb des Stachels seinen Weg nimmt, durch andere ihm aus dem Ovarium nachfolgende allmählig aus der Röhre hervorgestossen werde; müsste doch in diesem Falle bei erschöpftem Ovarium eine ganze Kette von Eiern zu Grunde gehen. — Der genannte Autor stellt nun eine neue Ansicht auf, indem er den Stachel zunächst allein als Bohrer wirken lässt. Nunmehr wird, nachdem der Stachel aus der Wunde gezogen, das Ei unmittelbar aus der Vagina an den Rand dieser Oeffnung gebracht, worauf der wieder in Thätigkeit tretende Stachel dasselbe bis auf den Grund des Bohrloches hinabstösst. Abgesehen von der Schwerfälligkeit eines solchen Mechanismus und von der durchaus für diesen Zweck unpassenden Construction der Stachelspitze, muss nach dem früher Gesagten, in welchem wir ja gerade für die Mehrzahl der Fälle einen Durchgang des Eies

durch das Innere des Stachels betonten, die gegebene Erklärung als falsch erscheinen. —

Aber wir können ihrer auch durchaus entzihen, da der Kräfte genug vorhanden, denen wir die verlangte Wirkung mit Recht zuschreiben müssen. Zunächst und vor Allem ist es die alternirende Bewegung der Stechborsten, welche das Ei vorwärts treibt. Diese sind bei Tenthredineen ihrer ganzen Länge nach mit Querrippen versehen; bei Uroceriden tragen sie Borstenhaare; in vielen anderen Fällen hat man an den Eiern selbst Höckerchen und Unregelmässigkeiten der mannigfaltigsten Art beobachtet. An der nöthigen Reibung wird es also wohl in den seltensten Fällen fehlen, zumal bei Terebrantiern die Bewegung der Stechborsten durch den schon mehrfach erwähnten Muskel an ihrer Basis eine bei weitem complicirtere und mannigfachere sein muss, als die bei Aculeaten beschriebene. —

Zu dieser motorischen Kraft gesellt sich sicher noch eine zweite. Ich meine die in das Innere der Stechborsten getriebene Blutflüssigkeit, welche durch Vermittelung der bei Terebrantiern meist dünnen und elastischen Innenwände der Stechborsten einen bedeutenden Druck auf das zwischen den letzteren befindliche Ei auszuüben im Stande sein dürfte. — Bei dem äusserlichen Wege, welchen das Ei der Aculeaten zurückzulegen hat, wird ein ähnlicher Effect durch Schwellung der Stachelscheiden zu erreichen sein. —

Schliesslich glaube ich, zumal für jene Fälle, in welchen das Ei zwischen Stechborsten und Schienentrinnen hingeleitet, auch dem Secrete der Giftdrüse eine Rolle zur Vorwärtsbewegung des Eies anweisen zu müssen. — Auch bei anderen Formen des Stachelapparates dient dieses Secret wahrscheinlich dazu, ein Klebenbleiben des Eies an der äussersten Spitze des Stachels zu verhindern. Für eine solche Auffassung wenigstens spricht die von A. BRAUN (vergl. die Bienenzeitung, Jahrgang VI Nr. 46) gemachte Entdeckung, dass jedem von einer Arbeiterin gelegten Ei auch »ein Tröpfchen Flüssigkeit mit in die Zelle folgte«. —

Morphologie des Stachels.

a) Entwicklungsgeschichte.

STEIN'S klassische, aber wie es scheint etwas einseitige Untersuchungen über die Hinterleibsgebilde der Käfer (vergl. Anatomie und Physiol. d. Insecten. 4. Monographie), haben lange Zeit einen bestimmten Einfluss auf die Beurtheilung der Abdominalanhänge auch der übrigen Insecten ausgeübt. So finden wir denn auch in den Lehr-

büchern die Ansicht vertreten, der Stachelapparat der Hymenopteren sei einfach durch Metamorphose der letzten Leibessegmente entstanden. Die im Folgenden gegebene Entwicklungsgeschichte wird beweisen, dass die bis jetzt gehegte Hypothese eine irrige ist. —

Meine Untersuchungen erstrecken sich allein auf *Apis mellifica*. Das früheste Stadium, welches ich zu beobachten Gelegenheit hatte, zeigt uns die fusslose, mit 14 gleichmässig entwickelten Leibesringen versehene Larve derselben, wie sie im Begriff ist, aus der gekrümmten Lage nach erfolgter Eindeckelung in eine gestrecktere überzugehen. An der Bauchseite der drei vorletzten Segmente findet man um diese Zeit je ein Paar länglich runder Wülste, welche, von Tracheen umspannen und augenscheinlich der Hypodermis entstammt, man nach WEISSMANN'S Definition als Imaginalscheiben zu bezeichnen das Recht hat. Schon GANIN beschrieb dieselben (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XIX Heft 3) und erklärte sie für die primitiven Anlagen der männlichen und weiblichen Genitalorgane, ohne jedoch wie es scheint ihre weitere Entwicklung genauer verfolgt zu haben. — Bald zeigen diese Wülste weitere Differenzirungen, namentlich die des dreizehnten Segmentes. An letzteren gewahrt man nach kurzer Zeit eine Längstheilung, derart dass jeder Wulst nunmehr aus zwei nebeneinander liegenden cylindrischen Zapfen besteht, deren basale Theile unter sich wie mit dem correspondirenden Wulst der andern Seite verbunden sind. Die Wucherungen des zwölften Segmentes sind zu länglichen, gekrümmten Zapfen geworden, während die des elften Ringes zwei rundliche mit je einem langen Faden in Verbindung stehende Blasen repräsentiren. Ein derartiges Stadium zeigt Fig. XV von innen, Fig. XIV von aussen gesehen. —

Zu dieser Zeit sind alle 14 Leibesringe noch unverändert erhalten, wenn auch schon die Bauchtheile der 2 vorletzten Leibesringe verkürzt erscheinen (Fig. XVII). Während nun nach stattgehabter Häutung die Differenzirung in Thorax und Abdomen sichtbar zu werden beginnt ¹⁾, schreitet diese scheinbare Verkürzung der vorletzten Bauchsegmente immer weiter vor, indem das elfte Segment sie von aussen her in der Weise überwuchert, dass nur noch die aus ihnen entsprossenen Zapfen ²⁾ hervorragen (Fig. XVI). Letztere haben während dessen an Länge bedeutend gewonnen. Die vier Zapfen des vorletzten (13) Segmentes haben sich in der Weise gelagert, dass die beiden mittleren zu einem

1) Merkwürdiger Weise gehen bei den Hymenopteren 4 der 13 Leibessegmente in die Bildung des Thorax ein, so dass also 9 zum späteren Abdomen zusammen-treten, wie das auch schon von LEUCKART (Bau- und Entwicklungsgeschichte der Pentastomen pag. 26 Anm. 1) hervorgehoben ist. —

unpaaren Stücke zu verschmelzen beginnen, d. h., wie weitere Entwicklungsstufen zeigen, zur Schienenrinne werden, die beiden andern aber symmetrisch zu beiden Seiten liegen; sie repräsentiren die Stachelcheiden. — Wie das elfte Segment die beiden vorletzten, so überwachst auch das zwölfte Segment das ihm nachfolgende dreizehnte, so dass alsbald die zwei Zapfen des zwölften der primitiven Schienenrinne aufgelagert erscheinen: Es sind die noch unvollkommen entwickelten geraden Theile der Stechborsten. —

Doch nicht allein die ursprünglichen, nunmehr mit einer Cuticula versehenen Zapfen haben sich in der eben beschriebenen Weise weiter differenzirt, auch die Segmente, denen sie entstammen, haben an der spezifischen Umbildung Theil genommen. Während nämlich das dreizehnte Bauchsegment nach Ausbildung von \bar{I} durch Musculatur verdeckten tiefen Längsfalten mittelst Zellwucherung nach innen zwei zapfenartige Fortsätze treibt, die sich schon früh als erste Anlage der Gift- und Schmierdrüse documentiren, haben sich die Zapfen des zwölften Segmentes durch eine bogenförmige, der Segmentwandung anliegende Verdickungsschicht nach innen verlängert (Fig. XVIII). An letzterer ist man bald zwei Theile zu unterscheiden im Stande, welche sich später als Bogen der Schienenrinne und Schenkel der Stechborsten erkennen lassen. Der übrige Theil dieses zwölften Bauchsegmentes bleibt einfach häutig, ähnlich wie auch die vorläufig noch ziemlich ansehnlich erscheinenden, mit Stigmen versehenen Rückenschienen der beiden in Frage kommenden Leibesringe. Die als Imaginalscheiben des elften Segmentes bezeichneten rundlichen Wülste treten nie nach aussen hervor, sondern wachsen zu kurzen, an ihrem Hinterrande mit einander verschmelzenden Cylindern aus, und bald erkennen wir an den ihnen aufsitzenden, rudimentären Eierstöcken, dass wir es hier mit der primitiven Anlage der Tuben und der Vagina zu thun haben. —

Das eben beschriebene Stadium (Fig. XVI—XVII) ist für den Uebergang der Larve in den Puppenzustand charakteristisch. In der Puppe selbst sehen wir die Metamorphose ein gut Theil weiter vorgerückt. Bei der Betrachtung des Abdomens von aussen sieht man zunächst nur das sechste bis elfte Segment. Das zwölfte bis vierzehnte haben sich fast vollständig in die Leibeshöhle hineingesenkt, doch vermag man wenigstens die Rückenhälften derselben noch zum Theil zu erkennen (Fig. XIX). Die verschiedenen aus dem Körper hervorragenden Zapfen haben schon vollständig ihre definitive Lage angenommen, wenn auch ihre Formen noch sehr plump und unfertig erscheinen (Fig. XX). — Oeffnet man nunmehr das Thier von der Rückenseite, so gewahrt man Folgendes: Der Dorsaltheil des dreizehnten Segmentes (Fig. XXI) ist zu

einem ziemlich schmalen Streif geworden, welcher das vierzehnte Segment seitlich und oben umfaßt; die Faltungen des Ventraltheils aber haben sich zu oblonger und quadratischer Platte ausgebildet. Aus dem mittleren Theile dieses dreizehnten Bauchsegmentes ist der sogenannte Rinnenwulst entstanden. — Das zwölfte Bauchsegment liegt vollständig hinter dem dreizehnten versteckt. Nach Abtragung des letzteren aber sieht man, wie ausser einem medianen Chitinfortsatze am Rande des Segmentes nach innen (dem Gabelbein) Schienenrinnenbögen, Schenkel der Stechborsten und, wenn auch noch in unvollkommener Weise, der Winkel sich aus demselben gebildet haben. Der Rückentheil dieses zwölften Segmentes, welcher sich bedeutend von den übrigen Dorsalringen abgehoben hat, erscheint nunmehr deutlich als jene rudimentäre Rückenplatte, auf deren Vorhandensein als Homologen eines halben siebenten Segmentes ich schon mehrfach (vergl. z. B. pag. 296) hinzuweisen Gelegenheit hatte (Fig. XXI 12). —

Die weitere Entwicklung bedarf wohl kaum der Beschreibung. Eine abermalige Häutung giebt den einzelnen Theilen ihre definitive Gestalt, und nach kurzer Zeit besitzen dieselben die nöthige Festigkeit und Härte, um mit Erfolg als Waffe benutzt werden zu können. —

Fassen wir noch einmal kurz die Ergebnisse dieser Untersuchung zusammen, so ergiebt sich etwa Folgendes: Das letzte Segment der Larve ist an der Bildung des Stachelapparates unbetheiligt, sondern dient mit seinem Bauch- und Rückentheile zur Umschliessung des Enddarmes. Die Ventraltheile des zwölften und dreizehnten Segmentes sind es, an welche sich die Entwicklung des Stachels knüpft. Oblonge, quadratische Platte und Rinnenwulst werden vom dreizehnten Segmente, Winkel, Bögen der Schienenrinne und Stechborstenschenkel, sowie das Gabelbein, vom zwölften Bauchsegmente gebildet. Die Schienenrinne selbst, die Stachelscheiden, wie die geraden Theile der Stechborsten, entwickeln sich aus Imaginalscheiben des zwölften resp. dreizehnten Segmentes, sind also Segmentanhänge und den Antennen, Flügeln, Beinen als gleichwerthig zu betrachten. Die geraden Theile der Stechborsten entsprechen in derselben Weise je einem Beine, wie die Hälfte der Schienenrinne verbunden mit der an ihrer Seite befindlichen Stachelscheide. — Der Giftapparat, die Schmierdrüse und der Ausführungsgang der Geschlechtsorgane entstehen als Zellwucherungen der Segmente nach innen, letzterer aus eigenen Imaginalscheiben. Die dorsalen Theile des zwölften Segmentes sind schmale häutige Streifen, welche den Enddarm seitlich umfassen, während die des dreizehnten Segmentes durch die späteren rudimentären Rückenscheiden repräsentirt werden. Die sechs noch übrigen hier in Betracht kommenden Seg-

mente der Larve bilden sich zu den sechs normalen Leibesringen der vollkommen entwickelten Imago aus. —

Ob und inwieweit die hier mitgetheilten Resultate auch für den Stachel der übrigen Hymenopteren Gültigkeit haben, wage ich nicht zu behaupten. Die Vermuthung liegt jedoch nahe, dass ein Organ mit so ausgeprägtem typischen Character, wie es der Stachelapparat doch ist, im Allgemeinen auch nach demselben Plane sich entwickeln werde. —

Es möge hier schliesslich noch die Bemerkung Platz finden, dass die Entwicklungsgeschichte des Apidenstachels manche Eigentümlichkeiten anderer Hymenopterenfamilien zu erklären im Stande ist. So z. B. wird das Vorkommen einer getheilten Schienenrinne bei den Tenthredines verständlicher, wenn wir dieselbe auch bei *Apis* aus zwei Primitivzapfen sich entwickeln sehen. Auch die sonderbare Rückbildung des Stachelapparates in der Gattung *Formica* erscheint nunmehr weniger zusammenhangslos, indem wir in dieser Erscheinung ein einfaches Fehlen (oder Rückbildung?) der Segmentanhänge zu erblicken haben, während die Segmente selbst in völlig normaler Weise differenzirt wurden. —

Weitere Besonderheiten, welche durch die Art der Genese des Stachelapparates ihre Erklärung finden, wie z. B. die dorsale Verbindung der quadratischen Platten durch einen verdickten Chitinstreif bei den Terebrantiern, übergehe ich, um mich zu einem letzten Hauptpuncte zu wenden, zu einer Vergleichung der männlichen und weiblichen Hinterleibsgebilde auf Grund sowohl der Entwicklungsgeschichte, als des anatomischen Baues der Zwitterbienen¹⁾.

1) Nachdem meine Untersuchungen vollständig abgeschlossen, ja schon zum grössten Theile in der vorstehenden Form niedergeschrieben waren, erschien in dem am 4. Juli 1872 ausgegebenen dritten Heft des XXII. Bandes der »Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie« ein kurzer Bericht über eine Arbeit des Herrn OULJANIN, welcher ebenfalls die Entwicklung des Stachels zum Gegenstande einer eingehenden Untersuchung gemacht hat. — Es ist mir natürlich nicht möglich, im Augenblicke auf die Einzelheiten jenes Berichtes näher einzugehen, nur folgende kurze Bemerkungen mögen hier Platz finden. In der Hauptsache, in dem Resultate, dass Schienenrinne, Stachelscheiden und Stechborsten Segmentanhänge darstellen, stimmen unsere Untersuchungen überein; auch die Schilderung der Art und Weise, in welcher diese verschiedenen Organe aus den Imaginalscheiben sich hervorbidden, ist eine analoge. Die selbstständige Genese der Stechborstenschenkel und der Bögen der Schienenrinne aus Theilen des zwölften Bauchsegmentes hat OULJANIN nicht erkannt; auch über die Entstehung der oblongen und quadratischen Platten, des Winkels wie des Gabelbeins giebt er, nach jener kurzen Mittheilung zu urtheilen, keinen Aufschluss. Es hat in Folge dessen den Anschein, als ob jener

b) Vergleichung der männlichen und weiblichen
Hinterleibsgebilde.

1) Die Hinterleibsgebilde des Männchens. Bekanntlich besitzen die entwickelten Drohnen ein vollständiges Abdominalsegment mehr als die Weibchen, also sieben. Die Vermuthung liegt daher nahe, dass der nur beim Weibchen auftretende Stachelapparat morphologisch diesem siebenten Segmente des ♂ gleichwerthig sei. A priori ist jedoch auch die Möglichkeit nicht zu läugnen, derselbe entspreche vielmehr der sogenannten Zange, jenem bei den meisten männlichen Hymenopteren so mächtig entwickelten, aus einer Summe von Chitinstücken bestehenden Greifapparate. Die Entwicklungsgeschichte hat diese Frage zu entscheiden; sie wird uns im Folgenden zeigen, dass wenigstens bei *Apis* die hier rudimentäre Zange morphologisch durchaus nichts mit dem Stachel der Weibchen zu thun hat. Inwieweit aber die von mir gemachten Beobachtungen für die übrigen Gruppen der Hymenopteren Geltung haben, wird erst durch eingehenderes Studium einer Mehrzahl von Entwicklungsreihen zu bestimmen sein. —

Fassen wir zunächst das letzte Abdominalsegment der Drohne ins Auge, so finden wir die Rückenhälfte genau nach dem Typus aller übrigen Dorsalsegmente gebaut. Das Bauchsegment jedoch zeigt eine durchaus selbstständige, von allen übrigen abweichende Bildung, indem es sich aus einer Summe heterogener Platten zusammensetzt. — Zunächst erkennt man ein basales, fast dreieckiges Plattenpaar (Taf. XVI, Fig. XXII *dp*), welches die Verbindung sowohl mit dem sechsten Bauch-, als mit dem siebenten Rückensegmente zu vermitteln hat. Auf diese mit starken Verdickungsrändern und zwei Fortsätzen versehenen Dreiecke folgen seitlich nach hinten zwei stark chitinisirte fast quadratische Platten (Fig. XXII *qp*), an welche ein rinnenförmiger Stab mit seinem einen Endpunkte befestigt ist. Die Verbindung dieser paarigen vier-eckigen Gebilde wird durch ein breites, nach hinten etwas ausgezogenes Chitinstück hergestellt (Fig. XXII *mc*), an welches sich zwei abgerundete, am Rande verdickte Platten anschliessen (Fig. XXII *ap*), die unter sich durch eine dem Penis angehörige Membran in Verbindung stehen. Zwischen dem siebenten Bauch- und Rückensegmente nach innen in

Forscher, im Gegensatz zu früheren Autoren, welche eine Metamorphose der letzten Segmente in den Stachelapparat annehmen, alle Theile desselben als Segmentanhänge zu betrachten geneigt ist. In der Mitte zwischen beiden Ansichten liegt nach meiner obigen Schilderung die Wahrheit: Der Stachelapparat in seiner Gesamtheit setzt sich sowohl aus Segmentanhängen als auch aus metamorphosirten Segmenten selbst zusammen. — Leipzig, den 14. Juli 1872. —

die Leibeshöhle hineinragend, findet sich endlich noch ein stark verhorntes, längliches Gebilde (Fig. XXII *vg*), welches durch Membranen mit der quadratisch geformten Platte und dem letzten Dorsalsegmente verbunden ist. —

Wohl schwerlich wird man im Stande sein, aus dem Gesagten oder der beigelegten Abbildung sichere Schlüsse über die Analogie dieses letzten Bauchsegmentes mit dem Stachelapparate zu machen. Gehen wir jedoch in der Entwicklungsgeschichte dieses Segmentes nur eine Stufe zurück, so erscheint eine Vergleichung beider Gebilde ohne Schwierigkeit ausführbar. — Auch die männliche Larve besass anfangs vierzehn Segmente, deren letztes zur Bildung des Afters verwendet wird. Während nun das dreizehnte Rückensegment wie beim ♀ bis auf einen schmalen Streif völlig verschwindet, bildet sich das zwölfte zu einem Endsegmente aus. Das elfte Bauchsegment beginnt auch hier wie beim ♀ eine Ueberwucherung wenigstens des zwölften Segmentes (Fig. XXIII). Letzteres reducirt sich auf einen ziemlich schmalen Streif, welcher keine Zapfen hervortreibt (Fig. XXIII *dp*). Das dreizehnte Bauchsegment lässt auf dieser Stufe vier Ausstülpungen erkennen, die aber denen des ♀ an Grösse bedeutend nachstehen. Die beiden mittleren derselben umfassen einen Längsspalt, die ♂ Genitalöffnung, und sind ihrer Stellung und Genese nach als Homologa der Schienenrinne zu deuten. Die seitlich gelegenen Wülste aber erscheinen den Stachelscheiden äquivalent. In der entwickelten Drohne nun werden die beiden mittleren Hervorragungen des dreizehnten Segmentes zu den oben beschriebenen, abgerundeten, mit dem Penis in Contact stehenden Platten (Fig. XXII *ap*), die seitlichen dagegen zu den mit *qp* bezeichneten quadratischen Gebilden. Das bei der Drohne vorhandene umpaare Stück *mc* muss mit Nothwendigkeit, da es zwischen den die Stachelscheiden repräsentirenden quadratischen Gebilden gelegen, dem Rinnenwulste entsprechen. Die basalen dreieckigen Platten aber sind nichts als Ueberreste des zwölften Bauchsegmentes, müssen also, da ihnen die den Stechborsten analogen Zapfen fehlen, als eine Verschmelzung von Winkel, Schienenrinnenbögen und Schenkel der Stechborsten angesehen werden. — Nachdem diesen Gebilden ihre Stellung angewiesen, kann uns auch die Bedeutung jenes ziemlich isolirten, länglichen Chitingebildes nicht mehr zweifelhaft sein, von dem ich sagte, dass es durch Membranen mit der letzten Rücken- und Bauchschiene in Verbindung stehe (Fig. XX *vg*). Es muss als seitlicher Theil des dreizehnten Bauchsegmentes, d. h. als Analogon der quadratischen Platte des Stachelapparates in Anspruch genommen werden. —

Wir sehen also, dass in der That der als letztes Bauchsegment des

Männchens auftretende Complex von Chitinplatten sich ohne Schwierigkeit auf gleichwerthige Theile des Stachels zurückführen lässt. Zu ganz ähnlichen Resultaten nun gelangte ich, schon bevor ich mich der Entwicklungsgeschichte der Bienen zuwandte, durch die Analyse der Zwitterbienen. —

2) Zwitterbienen. Es scheint mir nicht ganz uninteressant, die Vorkommnisse bei diesen die Aufmerksamkeit des Naturforschers in so hohem Grade fesselnden Thieren etwas eingehender zu besprechen und gewissermassen als Prüfstein für die Richtigkeit der oben gegebenen Reduction des Stachels auf die Hinterleibsgebilde des Männchens zu verwerthen. —

Bekanntlich waren es hauptsächlich LEUCKART und v. SIEBOLD, welche genauere Untersuchungen über die so seltsamen Vorkommnisse bei Zwitterbienen anstellten. — Die Angaben des letztgenannten Forschers erstrecken sich vorzüglich auf die Weichtheile dieser Thiere, sind daher für unsern gegenwärtigen Zweck von nur untergeordneter Bedeutung. R. LEUCKART dagegen giebt in dem Sitzungsbericht vom 23. September 1864 der 39. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte eine kurze Beschreibung auch der Chitintheile des Stachels und versucht dieselben auf morphologisch gleichwerthige Theile des männlichen Abdomens zurückzuführen. Die in jenem Berichte niedergelegten Ansichten werde ich theils zu bestätigen, theils wegen des reichlicheren Untersuchungsmaterials, welches mir zu Gebote stand, zu erweitern im Stande sein. —

Wie schon LEUCKART nachgewiesen, sind in den Bienenzwittern die männlichen und weiblichen Charactere auf das Verschiedenartigste und Regelloseste zusammengewürfelt, so dass es in der That schwer hält, zwei Individuen mit vollständig gleichen Merkmalen aufzutreiben. Bald zeigt der Kopf, bald das Abdomen, bald die rechte, bald die linke Seite männlichen, resp. weiblichen Habitus; bald endlich sind in den verschiedenen Körperteilen männliche und weibliche Charactere so mit einander combinirt, dass die sonderbarsten Missbildungen zu Stande kommen. Zwitter der letzten Art, welche auch hinsichtlich ihres Stachelapparates zwischen Mann und Weib die Mitte zu halten pflegen, sind am besten geeignet, uns über die morphologische Bedeutung der Chitintheile des Stachels aufzuklären. — Vorher jedoch wollen wir die Verhältnisse, wie sie uns bei bilateral unsymmetrischen Thieren entgegnetreten, etwas näher ins Auge fassen. —

Bei Thieren dieser Art, deren rechte Abdominalhälfte also etwa männlich, deren linke weiblich gebaut ist, finden wir an der linken Seite den sechsten Bauchring zu einem Endsegmente, einer halben

Scheidenklappe (Fig. XXIV *es*), ausgebildet, während der Theil desselben, welcher auf der männlichen Seite gelegen, sich in nichts von den vorhergehenden Segmenten unterscheidet (Fig. XXIV *bs*). Auf die halbe Scheidenklappe der weiblichen Seite folgt nun ein oft vollkommen normal entwickelter halber Stachelapparat (Fig. XXIV): Oblonge und quadratische Platte, eine Stechborste, ein halbes Gabelbein, ein Winkel und eine halbe Schienenrinne mit Giftblase, während die zugehörige Hälfte des letzten Rückensegmentes (Fig. XXIV *rs*), durch das grosse Stigma leicht kenntlich, fast schon die rudimentäre Form angenommen, in der wir es bei den Arbeiterinnen als Bindeglied zwischen quadratischer Platte und sechster Rückenschiene auftreten sehen. Männlicherseits ist dieses siebende Rückensegment, ebenfalls ein Stigma tragend, vollständig entwickelt, am Hinterrande zugespitzt, stark chitinisiert und mit dichten Borsten besetzt, so wie es bei einem Endsegmente der Fall zu sein pflegt (Fig. XXIV *rs'*). Die Hälfte des siebenten Bauchsegmentes aber gleicht genau einem halben männlichen Endsegmente, trägt dabei aber einen vollständig entwickelten Penis. — Wir sehen, wie die hier geschilderten Verhältnisse vollständig mit dem durch die Entwicklungsgeschichte Erschlossenen übereinstimmen, insofern nämlich durch das Vorhandensein eines vollständigen Penis auch hier eine Reduction des Stachels auf die Chitintheile desselben ausgeschlossen ist, die ganze Anordnung der Theile aber eine Aequivalenz der Stacheltheile mit den Platten des männlichen Endsegmentes im höchsten Grade wahrscheinlich macht. —

Diese Wahrscheinlichkeit aber wird nun zur Gewissheit, sobald man an die Analyse von Zwittern geht, bei denen männliche und weibliche Charactere nicht an bestimmte Regionen gebunden sind, d. h. im gegenwärtigen Falle, bei denen die in Rechnung kommenden Abdominalgebilde die Mitte halten zwischen einem Stachelapparat und einem männlichen siebenten Bauchsegment. — Am häufigsten zeigt sich eine solche Mittelbildung, ein Uebergang zum weiblichen Typus, an den dreieckigen basalen Platten (Fig. XXII *dp*) des sonst vielleicht fast vollkommen männlich entwickelten letzten Bauchringes. Der stark chitinisierte, mit dem Rückensegmente articulirende Theil derselben hat sich mehr oder weniger stark von dem übrigen Theile der Platte abgesetzt (Fig. XXV *c*), während letzterer selbst wieder durch einen Querriss in zwei lange, ziemlich schmale Streifen zerfallen ist (Fig. XXV u. XXVI *b* und *g*). Der vordere Streif (*g*) bleibt in Continuität mit dem zuerst erwähnten fast dreieckigen Theile (*c*), und wir erkennen in beiden Gebilden nunmehr den Winkel mit dem daran sitzenden Schenkel der Stechborste. Der hintere Streif (*b*) der basalen Platte aber, welcher sich durch auf-

tretende Härchen an seinem unteren Rande als Rudiment eines Rinnenbogens erweist, ist mit jenen fast quadratisch geformten Plättchen in Verbindung getreten, welche durch den Ansatz eines rinnenförmigen Chitinstabes characterisirt sind (Fig. XXII *qp*). Dieselben entsprechen folglich den oblongen Platten sammt Stachelscheiden. Auch hier haben wir also dieselben Ergebnisse, welche uns schon die Entwicklungsgeschichte lieferte. — Auch eine Umbildung der beiden abgerundeten Platten (Fig. XXII *ap*) zur Schienenrinne ist, wenn auch nur unvollkommen, zu beobachten. Ich rechne hierher eine nicht selten auftretende Verschmelzung dieser beiden Stücke zu einem unpaaren, in der Medianlinie des Abdomens gelegenen Organe. Die Metamorphose des länglichen, zwischen Bauch- und Rückenschiene des männlichen Endsegmentes gelegenen Chitinstückes (Fig. XXII *vg*) glaube ich durch die in Fig. XXV u. XXVI (bei *vg*) dargestellten Vorkommnisse genügend erklärt, während die Entwicklung des Gabelbeins, die Umbildung der medianen Platte (Fig. XXII *mc*) des männlichen Bauchsegmentes aus dem mir zu Gebote stehenden Material nicht zu erschliessen war. —

Erklärung der Tafeln XV. XVI.

XV.

- Fig. I. Stachel im engeren Sinne von *Apis*, von unten gesehen.
 Fig. II. Stachelapparat von *Apis* ♂ von oben gesehen. Die Musculatur der rechten Seite ist abpräparirt.
 Fig. III. Schienenrinne von *Apis* ♂ von unten in Verbindung mit den oblongen Platten.
 Fig. IV. Stechborste von *Apis* ♂ mit dem Winkel
 Fig. V. Längsschnitt durch den eigentlichen Stachel von *Apis* ♂.
 Fig. VI. Querschnitt durch die Spitze der Schienenrinne von *Apis*.
 Fig. VII. " " " Mitte " " "
 Fig. VIII. " " " Basis " " "
 Fig. IX. " " " Stechborste von *Apis* ♂.
 Fig. X. " " " Mitte des eigentlichen Stachels von *Apis* ♂.
 Fig. XI. " " " Basis " " " " "
 Fig. XII. Theil der Giftdrüse von *Apis* ♂, in Kalilauge macerirt.
 Fig. XIII. Stachel mit Giftdrüse von *Vespa* vulg. von der Seite.
 Fig. XIV. Stechborste von *Vespa* vulg.
 Fig. XV. Hals der Giftblase von *Vespa* vulg.
 Fig. XVI. Stachel von *Ammophila sabulosa* von unten.
 Fig. XVII. " " *Pompilus viaticus* von der Seite.
 Fig. XVIII. Basaltheil des Stachels von *Mutilla europaea* von unten, rechts ist eine Stechborste erhalten.

- Fig. XIX. Stachel von *Myrmica* von unten.
 Fig. XX. Stechborste von *Myrmica*.
 Fig. XXI. Rudimentärer Stachelapparat von *Formica rufa*.
 Fig. XXII. Stachelapparat von *Formica* mit Giftapparat.
 Fig. XXIII. Stachelapparat von *Cynips* sp. Die Stechborste ist von der Schienennrinne losgelöst. —

XVI.

- Fig. I. Stachel von *Tenthredo* mit Giftapparat.
 Fig. II. Querschnitt durch den Stachel von *Tenthredo*.
 Fig. III. Ausgebreitete Schienennrinne von *Cimbex*, von oben.
 Fig. IV. Stechborste von *Cimbex*.
 Fig. V. Stachel von *Sirex gigas*, von unten.
 Fig. VI. Querschnitt durch den Stachel von *Sirex*.
 Fig. VII. Spitze der Schienennrinne von *Sirex*.
 Fig. VIII. Stachel von *Banchus*, von der Seite; die Stechborste ist von der Schienennrinne gelöst.
 Fig. IX. Querschnitt durch den Stachel von *Banchus*.
 Fig. X. „ „ „ „ „ *Cryptus* sp.
 Fig. XI. „ „ „ „ „ *Pimpla*.
 Fig. XII. „ „ die Schienennrinne von *Pimpla*. Die drei Theile derselben ausser ihrem natürlichen Zusammenhange.
 Fig. XIII—XV. Sich streckende ♂ Larve von *Apis*; letzte Abdominalsegmente.
 Fig. XIII. von der Seite gesehen.
 Fig. XIV. letzte Bauchsegmente von unten gesehen.
 Fig. XV. „ „ von innen gesehen.
 Fig. XVI—XVIII. Larve von *Apis* ♂ kurz vor der Verpuppung; letzte Abdominalsegmente.
 Fig. XVI. von der Seite.
 Fig. XVII. Bauchsegmente von unten.
 Fig. XVIII. „ „ von innen gesehen.
 Fig. XIX—XXI. Puppe von *Apis* ♂; letzte Segmente.
 Fig. XIX. von der Seite.
 Fig. XX. Bauchsegmente von unten.
 Fig. XXI. „ „ von innen gesehen.
 Fig. XXII. Letztes Bauchsegment von *Apis* ♂, von innen.
 Fig. XXIII. Letzte Bauchsegmente der ♂ Puppe von *Apis*, von aussen.
 Fig. XXIV. Hinterleibsgebilde eines bilateral unsymmetrisch gebauten Zwitters von innen.
 Fig. XXV. Hälfte des zwischen Stachel und letzten ♂ Bauchsegment die Mitte haltenden Bauchringes eines Zwitters.
 Fig. XXVI. Dasselbe Gebilde wie in Fig. XXV von einem Zwitter mit mehr weiblichem Character. —

Die beigeetzten Buchstaben haben in allen Figuren gleiche Bedeutung. Wo dies nicht der Fall, ist es besonders angegeben. Es bedeutet:

- a. Quadratische Platte.
 ap. Rundliche Platte des letzten ♂ Bauchsegments.
 at. Analtaster.

- b.* Bogen der Schienenrinne.
bs. Vorletztes Bauchsegment des ♂.
c. Winkel.
d. Oblonge Platte
dp. Dreieckige basale Platte des letzten ♂ Bauchsegments.
ds. Schmierdrüse.
e. Lamelle zwischen Bögen und Schienenriuenhörnern.
es. Letztes Bauchsegment des ♀.
f. Furche der Schienenrinne.
g. Stechborste (in Fig. XXI auf Taf. XV und in Fig. XXV u. XXVI auf Taf. XVI Schenkel der Stechborsten).
gb. Giftblase.
gd. Giftdrüse.
gr. Uebergangsstelle des Blasenhalsses in ein offenes Halbrohr.
h. Hörner der Schienenrinnen.
hm. Muskel am Halse der Giftblase.
i. Boden der Rinnenfurche.
k. Der von Stechborsten und Rinnenfurche gebildete Kanal
l. Leiste der Schienenrinne.
lr. Chitinfortsätze an der Basis der Stechborsten.
m. Gabelbein.
mc. Unpaare Platte des letzten ♂ Bauchsegmentes.
n. Protrusor der Stechborsten.
o. Von der Basis der quadratischen Platte zur oblongen tretender Muskel.
p. Elastisches Plättchen der Stechborsten
pe. Penis.
q. Rinne der Stechborsten.
qp. Viereckige Platte des letzten ♂ Bauchsegmentes.
r. Rinnenwulst.
rs. Siebentes, rudimentäres Rückensegment des ♀.
rs'. » Rückensegment des ♂.
s. Schienenrinne.
t. Stachelscheiden (Taf. XV Fig. XXI Fortsätze der oblongen Platten).
u. Muskel zwischen Bögen und Hörnern der Schienenrinne.
vg. Verbindungsglied des letzten ♂ Bauch- und Rückensegmentes.
w. Retractor der Stechborsten.
x. Membran, welche den Stachel mit der Bauchschiene verbindet.
y. » » » » » Rückenschiene verbindet.
z. Gabelmuskel. —

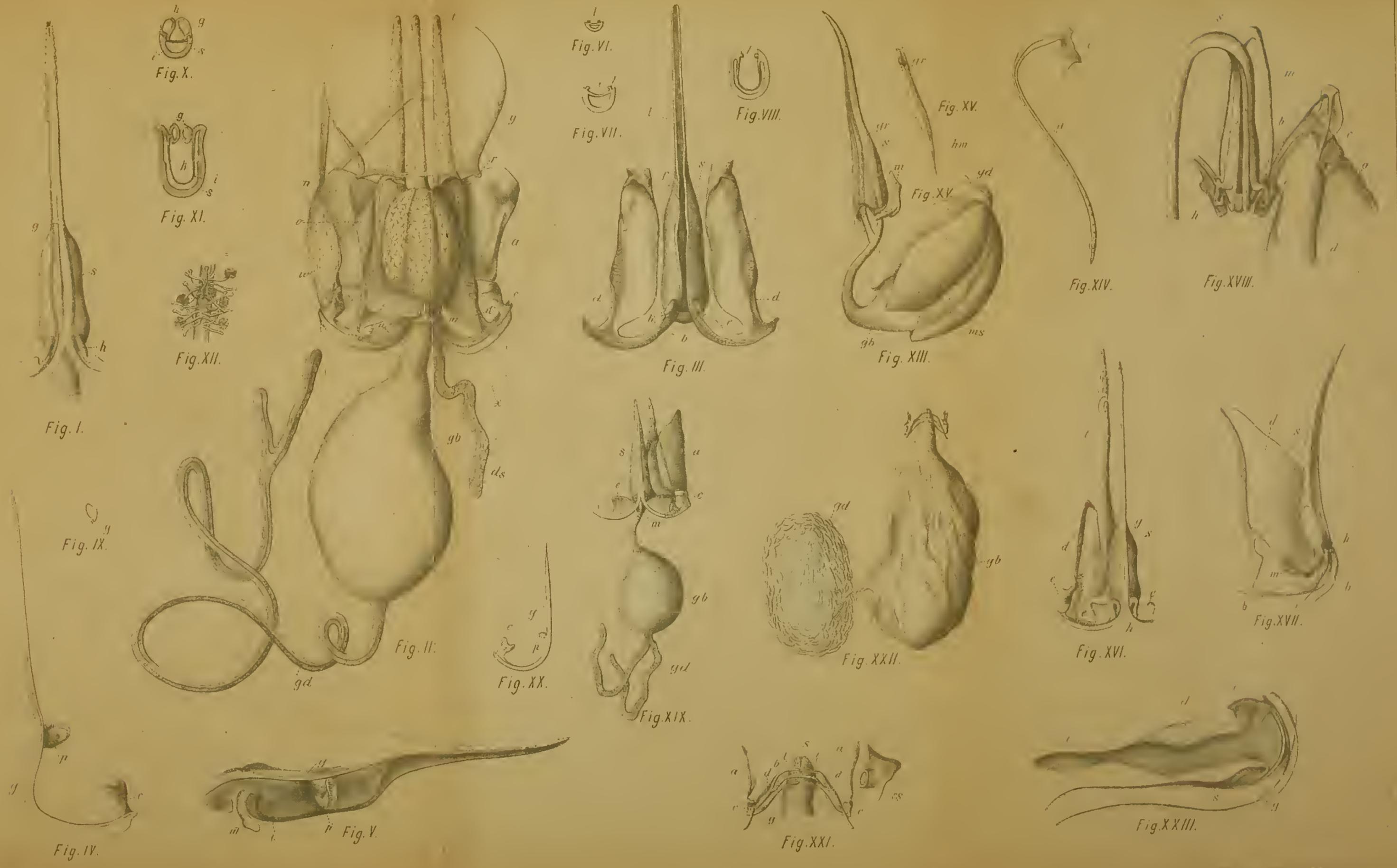


Fig. X.

Fig. XI.

Fig. XII.

Fig. VI.

Fig. VII.

Fig. VIII.

Fig. XV.

Fig. XV.

Fig. XIV.

Fig. XVIII.

Fig. III.

Fig. XIII.

Fig. I.

Fig. III.

Fig. IX.

Fig. II.

Fig. XX.

Fig. XIX.

Fig. XXII.

Fig. XVI.

Fig. XVII.

Fig. IV.

Fig. V.

Fig. XXI.

Fig. XXIII.



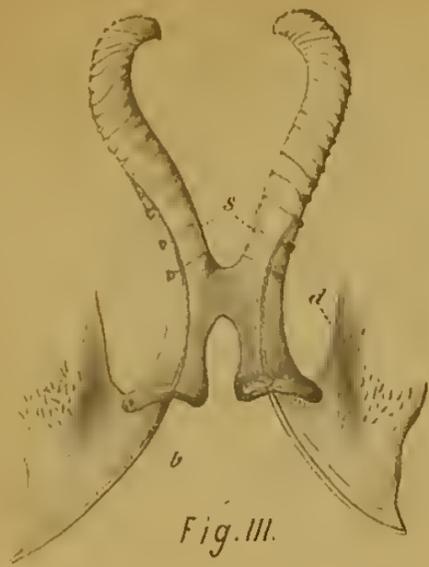


Fig. III.

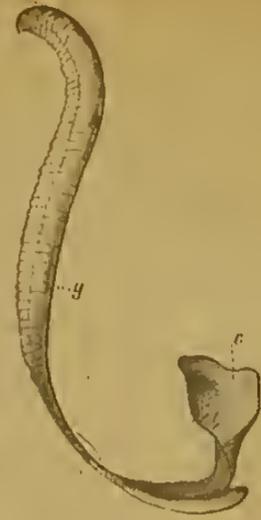


Fig. IV.

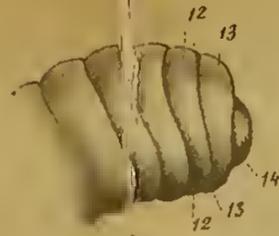


Fig. XIII.

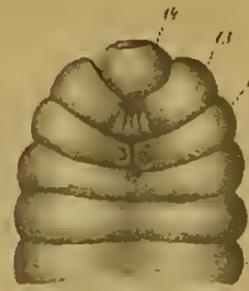


Fig. XIV.

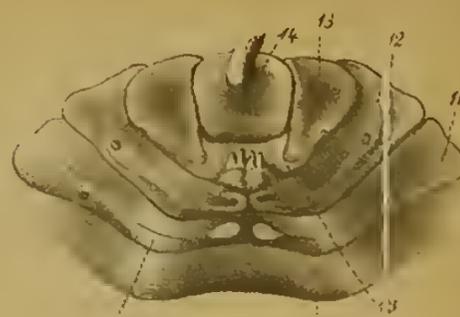


Fig. XV.

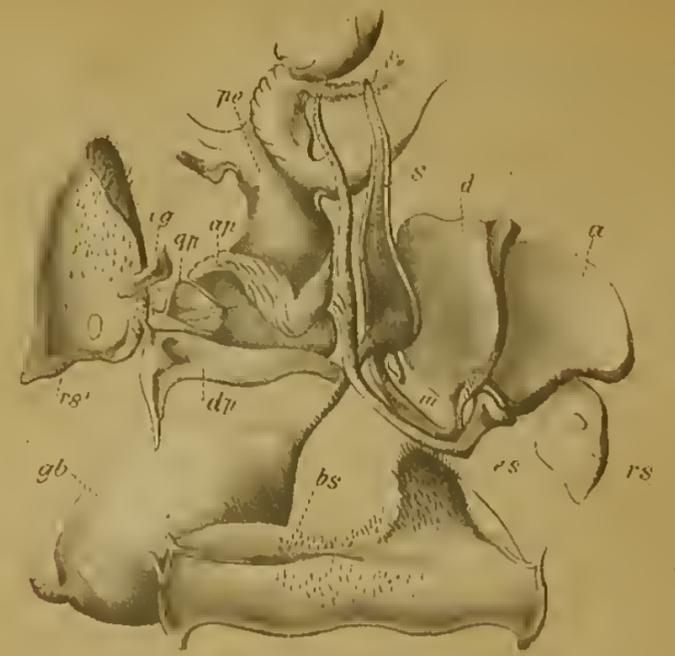


Fig. XXIV.

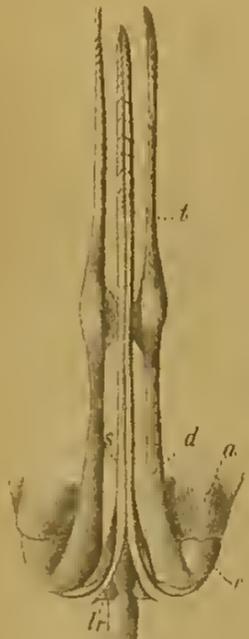


Fig. V.

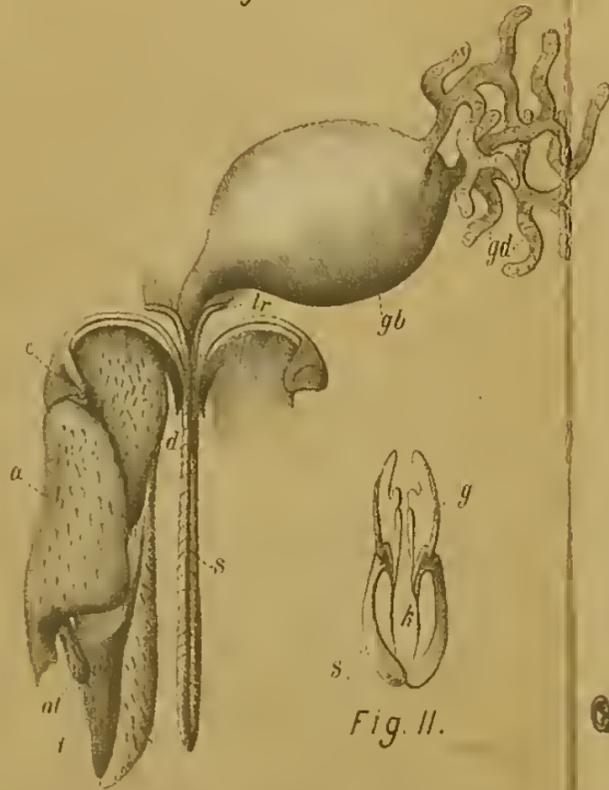


Fig. I.



Fig. II.



Fig. XVI.



Fig. XVII.

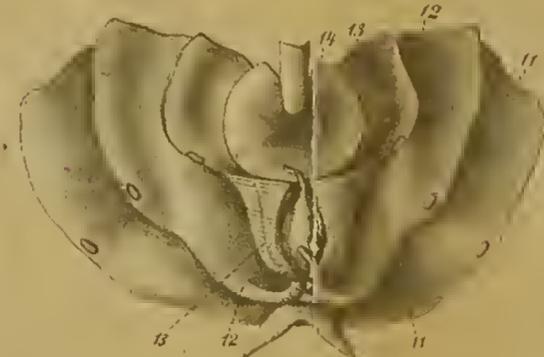


Fig. XVIII.

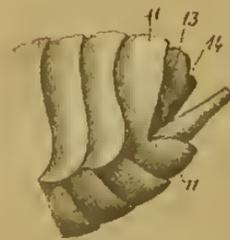


Fig. XIX.

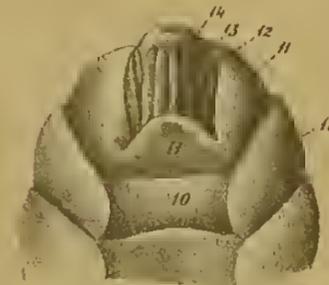


Fig. XX.

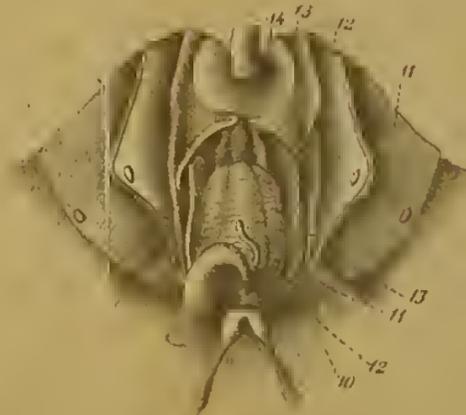


Fig. XXI.

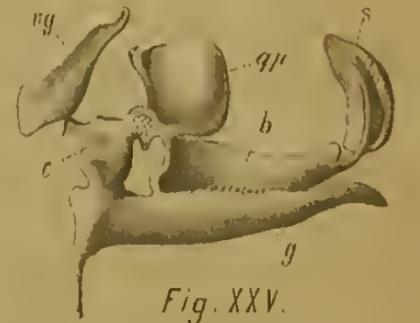


Fig. XXV.



Fig. VII.



Fig. X.

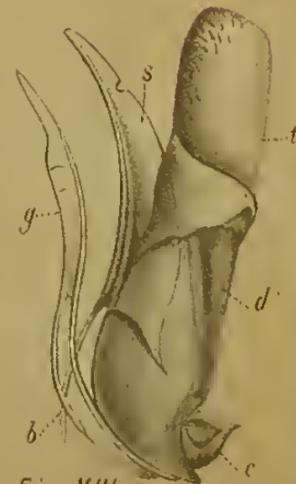


Fig. VIII.

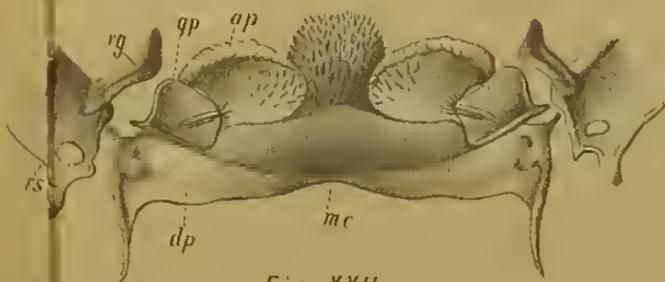


Fig. XXII.



Fig. IX.



Fig. XI.



Fig. XII.

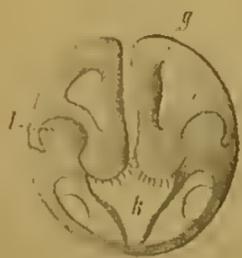


Fig. VI.



Fig. XXIII.

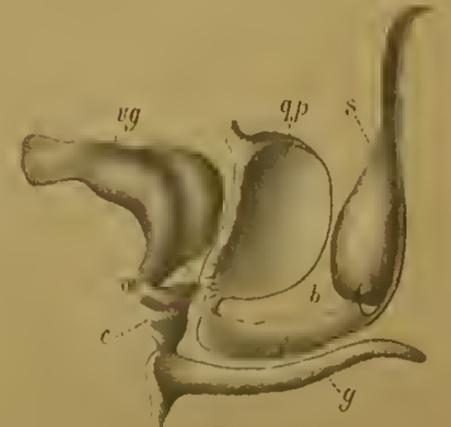


Fig. XXVI.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1873

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Kraepelin Karl Matthias Friedrich Magnus

Artikel/Article: [Untersuchungen über den Bau, Mechanismus und Entwicklungsgeschichte des Stachels der bienenartigen Thiere. 289-330](#)