

Beiträge zur Morphologie des Stachelapparates der Hymenopteren.

Von

Dr. Enoch Zander,

Assistent am zoologischen Institute in Erlangen.

Mit Tafel XVIII und XIX.

(Aus dem zoologischen Institute in Erlangen.)

Trotz der zahlreichen Untersuchungen, welche den Stachelapparat der Hymenopteren behandeln, ist die Frage noch nicht geklärt worden, ob derselbe ein ganz eigenartiger Anhang des Hymenopterenkörpers sei, oder ob er morphologische Beziehungen zum Hautskelett aufweise. Eine Lösung dieser Frage habe ich hier versucht.

Bevor ich jedoch an die Darstellung meiner Ansichten herantrete, will ich in aller Kürze an die wesentlichen Bestandtheile des Stachelapparates erinnern und die Verhältnisse bei der Honigbiene der Schilderung zu Grunde legen (Fig. 6).

Man kann am Bienenstachel einen starren und einen beweglichen Abschnitt unterscheiden. Der starre Abschnitt erscheint in Gestalt von zwei symmetrischen oblongen Platten, zwischen welchen median eine schalenförmig gekrümmte, mit feinen Chitinhaaren besetzte, dünnere Membran, der Stachelrinnenwulst, eingeschaltet ist. Die Platten tragen am oralen Rande je einen stiel förmigen Fortsatz; mit demselben sind zwei, transversal gerichtete, bogenförmige Chitinleisten, die Schienenbögen untrennbar verschmolzen. Letztere konvergiren gegen die Medianebene und setzen sich an die Basis der langen kegelförmigen Stachelrinne an. Die Stachelrinne selbst lässt einen oralen, kolbig erweiterten Abschnitt, den Rinnenkolben, und eine schmälere Rinne im engeren Sinne unterscheiden. Der orale Rand des Stachelrinnenkolbens ist mit dem oralen Rande des Stachelrinnenwulstes fest verwachsen, und der letztere durch ein gabeliges Chitinstück, *Furcula*, median versteift. Am analen Ende der oblongen Platten springen zwei abgeplättete Chitinfortsätze, die Stachelscheiden, vor; dieselben sind parallel der Stachelrinne gerichtet.

Der bewegliche Abschnitt besteht aus den beiden Stechborsten und

Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. LXVI. Bd.

den quadratischen Platten. Die Stechborsten bedecken die ventralen Ränder der ganzen Stachelrinne und ziehen vom Stachelrinnenkolben auf den beiden Schienenbögen in entsprechender Krümmung lateral als Stechborstenbögen, um in ein λ -artig verdicktes Chitinstück, den Winkel, überzugehen. Derselbe steht rechtwinkelig zum Stechborstenbogen, der ihn mit einem kurzen Fortsatz, Bogenfortsatz, überragt. Die analen Fortsätze des Winkels artikuliren mit der oblongen und quadratischen Platte. Die dorsale Fläche jeder Stechborste wird von einer Nutrinne durchfurcht, in welche je eine vorspringende, ganz schmale Chitinleiste der Stachelrinne und der Schienenbögen eingreift, so dass die Stechborsten, mit der Stachelrinne in Nut und Feder verbunden, sicher längs der Stachelrinne vorgeschoben werden können. Die quadratischen Platten liegen lateral und etwas dorsal von den oblongen Platten und überdecken deren dorsal gerichtete Ränder.

I. Historische Darstellung der bisherigen Deutungsversuche.

Meine Absicht geht dahin, die Frage zu klären, welche morphologische Bedeutung dem Stachelapparate zukommt. Ist er, wie manche Organe des Thierkörpers, eine ganz besonders isolirt dastehende Bildung, welche keine morphologische Beziehungen zu anderen Organen besitzt, oder sind die einzelnen Theile des Stachelapparates nur stark modificirte Stücke des chitinösen Hautskelettes?

Zu Beginn dieses Jahrhunderts war dieses Problem noch nicht recht klar gestellt. Desshalb blieben auch die Antworten ungenügend.

Der erste, wenn auch verfehlt, Versuch einer morphologischen Deutung der Stacheltheile tritt uns in BURMEISTER's Handbuch der Entomologie (3) entgegen. Ihm war aufgefallen, dass bei den Insekten die Zahl der Körpersegmente während der Larvenzeit nicht mit der Segmentzahl des Imago übereinstimmt. Das Verschwinden eines Segmentes suchte er durch die Annahme zu erklären, dass in vielen Fällen das letzte Hinterleibssegment kleiner und endlich vom vorletzten ganz verdeckt werde. Indem es auf diese Weise scheinbar verschwände, entstehe an der hinteren Spitze des Abdomens eine Höhle, worin der After und unter diesem die Scheidenöffnung liegen. Den Gang der Scheidenöffnung versteifen meist hornige Gebilde, welche die Vagina ausgedehnt erhalten. Bei den mit Legestacheln oder Legeröhren versehenen Kerfen wachsen nach BURMEISTER's Meinung (3, Bd. I, p. 208) diese Horngräten über die Scheide hinaus und bilden die Klappen und Stacheln dieser Legeapparate.

BURMEISTER's theoretische Deutungen stützen sich nicht auf besonders eingehende Untersuchungen, sondern scheinen mehr das Resultat allgemeiner Erwägungen gewesen zu sein. Sie konnten deshalb einer genaueren Analyse der Thatsachen nicht Stand halten.

LACAZE-DUTHIERS (7) vertrat auf Grund eingehender Studien über die Geschlechtsapparate der Orthopteren, Hemipteren, Hymenopteren etc. die Anschauung, dass der Legestachel aus umgebildeten Theilen der letzten Hinter-

leibsringe bestehe. Er ging dabei von den Angaben AUDOIN's aus, der für die Thorakalsegmente der Insekten die Zusammensetzung aus folgenden Stücken beobachtet hatte. Jedes Thorakalsegment (Zoonite) besteht aus sechs Chitinplatten: Dorsal liegt das unpaare Tergum, ventral das Sternum; die Seitentheile werden aus zwei Paaren von Platten gebildet, an das Sternum stößt jederseits das Episternum, an das Tergum das Epimère an. Jedes Zoonite des Thorax trägt zwei oder vier Anhänge. LACAZE-DUTHIERS behauptete nun, dass bei Hymenopteren die ersten sechs vollkommenen Abdominalsegmente (Urites) aus je einer Rücken- und Bauchschuppe, Tergite und Sternite, bestehen. Vom siebenten Segmente ist nur die Rückenschuppe vorhanden, die sattelförmig dem Stachelapparate aufliegt. Das achte Segment aber tritt in den Dienst der Generation und ist gleich den Thorakalsegmenten in sechs Stücke zerfallen. Die Theile dieses Segmentes werden im Anschluss an die von AUDOIN gewählte Nomenklatur als ein dorsales Tergite, ein ventrales Sternite und je ein laterales Epitergite (Epimère) und Episternite bezeichnet. Die einzelnen Theile des Stachelapparates entsprechen nun folgendermaßen diesen Segmentstücken. Die Stachelrinne ist das Sternite, die oblonge Platte das Episternite, der Winkel das Epitergite (Epimère) des achten Segmentes. Die quadratischen Platten bilden das Tergite. Jedes Epitergite trägt als Anhang (Rhabdite) eine Stechborste, jedes Episternite eine Stachelscheide.

Die exakte Grundlage der Ansichten LACAZE-DUTHIERS' bildeten anatomische Beobachtungen der fertigen Apparate. Als aber gegen Ende der 60er Jahre entwicklungsgeschichtliche Studien auch an Insekten häufiger angestellt wurden, erkannte man, dass äußere Anhänge sich an der Stachelbildung theiligen. Mit der zunehmenden Zahl ontogenetischer Arbeiten stellte sich mehr und mehr heraus, dass der Stachelapparat sich zum Theil aus Stücken des Hautskelettes, zum Theil aus Anhängen entwickelt.

Entwicklungsgeschichtliche Studien an Pteromalinen (Platygaster, Polynema, Ophioneurus) lehrten zuerst GANIN (11) die Thatsache, dass die äußeren Geschlechtsanhänge dieser Hymenopteren in beiden Geschlechtern aus drei Paar Epidermisverdickungen an der Bauchseite der drei vorletzten Segmente hervorgehen; doch erwähnt GANIN diese Beobachtungen nur beiläufig, ohne ihre theoretische Bedeutung zu erörtern.

OULJANIN (13) sandte der dritten Versammlung russischer Naturforscher im Jahre 1872 einen kurzen Bericht über die Entwicklung des Stachels der Arbeitsbiene und der Wespe ein, in welchem er angiebt, dass die Stacheltheile in vier Epidermisfalten an der Bauchseite der beiden letzten Segmente entstehen. Die Stachelrinne und die Stachelscheiden werden am dreizehnten, die Stechborsten am zwölften Segmente angelegt. So weit sich aus dem kurzen Referate ersehen lässt, glaubt OULJANIN, dass auch die übrigen Stacheltheile aus den Segmentanhängen hervorwachsen. »Diese Art der Entwicklung beweist die Unhaltbarkeit der Ansicht, nach welcher die Theile des Hymenopterenstachels als veränderte Theile der Bauchsegmente angenommen wurden.«

KRAEPELIN (14) verdanken wir eine sehr eingehende, ausgezeichnete Beschreibung des Bienenstachels. Da seine Untersuchungen mehr auf die anatomischen und funktionellen Eigenschaften des Geschlechtsapparates hienzielen, hat er die Frage nach der morphologischen Deutung nur nebenbei gestreift. Er ist gleichfalls ein entschiedener Gegner der Ansicht, dass der Stachelapparat lediglich durch Metamorphose der letzten Hinterleibssegmente entstanden

sei und sucht derselben durch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen den Boden zu rauben¹.

Während die älteren Autoren (LACAZE-DUTHIERS u. A.) den Stachelapparat lediglich aus den letzten metamorphosirten Abdominalsegmenten herleiteten, und OULJANIN eben so einseitig die Genese desselben aus ventralen Segmentanhängen behauptete, liegt der Fortschritt der Untersuchungen KRAEPELIN's in der zum ersten Male klar ausgesprochenen Erkenntnis: »Der Stachelapparat in seiner Gesamtheit setzt sich sowohl aus Segmentanhängen als auch aus metamorphosirten Segmenten selbst zusammen« (14, p. 424 Anmerkung).

Nur die geraden Abschnitte der Stechborsten, die Stachelrinne und Stachelscheiden gehen aus ventralen Anhängen hervor. An der Bauchseite der zwei vorletzten Segmente entstehen zwei Paare von wulstförmigen Imaginalscheiben des Stachels. Aus den Anhängen des elften Segmentes entwickeln sich die Stechborsten. Die zwei Würzchen des zwölften Segmentes gehen durch Längstheilung in vier neben einander liegende über, von denen die beiden mittleren zur Stachelrinne verschmelzen, während die äußeren sich zu den Stachelscheiden ausbilden.

Die Umbildung der Chitinhaut des elften und zwölften Segmentes in Theile des Stachelapparates geht nach KRAEPELIN folgendermaßen vor sich.

Während der Larvenzeit schieben sich die letzten Segmente stark in einander, so dass das zehnte Segment die drei vorletzten und das elfte das ihm nachfolgende zwölfte Segment verdeckt. Dadurch werden auch die zwei Zapfen des elften Segmentes der Stachelrinne aufgelagert und die beiden vorletzten Segmente stark umgebildet. Sie gliedern sich aber rasch in eine Rücken- und Bauchschuppe. Die Bauchschuppe des elften Segmentes bleibt zum größeren Theile häutig und zeigt nur eine am vorderen Rande liegende bogenförmige Verdickungsschicht, mit welcher sich die Zapfen des elften Segmentes nach vorn verlängert haben. Diese Verdickung differenzirt sich zu Schienen- und Stechborstenbögen. Außerdem entsteht aus dem elften Segmente das Gabelbein und der Winkel. Durch Faltungen gliedern sich an der zwölften Bauchschuppe oblonge und quadratische Platte von einander. Der mittlere Theil der zwölften Bauchschuppe wird zum Rinnenwulst. Die Rückenschuppen des elften und zwölften Segmentes sind häutig und klein, die des zwölften Segmentes ist ein ganz dünner Streif, die des elften bildet zwei rudimentäre Rückenplatten. Der ganze Stachelapparat wird also von den Bauchschuppen des elften und zwölften Segmentes und deren Anhängen gebildet.

Kurze Zeit darauf trat DEWITZ (16) dieser Auffassung schroff entgegen und leitete aus seinen entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen die Behauptung ab, dass der Stachel der Hymenopteren sowohl, wie die Legescheide der Orthopteren aus zwei Paaren von Imaginalscheiben des elften und zwölften Körpersegmentes der Larven entstehen, welche sich an der Ventralfäche der

¹ Das Verständniß der verschiedenen Arbeiten über den Hymenopterenstachel wird häufig dadurch erschwert, dass die einzelnen Autoren, je nachdem sie den Kopf als Segment rechnen oder nicht, vierzehn beziehungsweise dreizehn Larvensegmente zählen. Der Einheitlichkeit wegen beziehe ich die verschiedenen Angaben von jetzt an auf die Zahl von dreizehn Segmenten, indem ich den Kopf aus naheliegenden Gründen nicht als Segment schätze.

eben genannten Segmente mächtig entfalten. Die letzten Körpersegmente sollen nur einen ganz untergeordneten Antheil an der Stachelbildung nehmen. DEWITZ betont an vielen Stellen seiner Abhandlung nachdrücklich, dass die Anhänge des elften und zwölften Segmentes nicht bloß frei über die Körperfläche sich in die Länge strecken (in analer Richtung), sondern dass sie auch, oralwärts vorwachsend, an die Wand der beiden vorletzten Körpersegmente sich anlegen, verdickt werden und lateral gekrümmt als Schienen- und Stechborstenbögen sich verlängern. Die drei letzten Körpersegmente nehmen unterdessen an Größe ab, schieben sich besonders ventral, später auch dorsal in einander und kommen so immer mehr innerhalb des großen zehnten Segmentes zu liegen. »Bei der ausgebildeten Puppe erblickt man nur noch schwache Andeutungen der jetzt sehr verkümmerten beiden vorletzten Segmente, welche früher den übrigen an Größe gleichkamen.« Inzwischen haben sich die Anhänge mächtiger entwickelt; die symmetrischen Anlagen der Stachelrinne sind mit einander fast vollständig verwachsen, nur ihre vorderen dem zwölften Segmente anhaftenden Basalstücke bleiben getrennt, wachsen dem zwölften Segmente an und bilden, indem sie sich seitlich krümmen, die künftigen Rinnenschenkel. In gleicher Weise gehen aus den Anhängen des elften Segmentes, welche niemals median verwachsen, die Stechborsten hervor, und ihre vorderen Endstücke, die unmittelbar unter den künftigen Rinnenschenkeln liegen, bilden sich zu den Stechborstenbögen um. Die beiden seitlichen Anhänge des zwölften Segmentes verwachsen an ihrem vorderen Theile mit dem vorletzten Segmente, nur ihre hinteren Enden bleiben frei. Dadurch entsteht zwischen den vorderen Stücken dieser Anhänge eine rinnenartige Vertiefung, der künftige Rinnenwulst, und die vorderen verwachsenen Stücke bilden die oblongen Platten. Die frei bleibenden Abschnitte der beiden Anhänge wachsen zu den eigentlichen Stachelscheiden aus. Aus dem verkümmerten vorletzten Segmente wird nur ein kleiner Theil in den Stachelapparat einbezogen, nämlich die Seitenstücke, welche zu den quadratischen Platten erhärten und »weiter nach seinem vorderen Rande zu bildet sich in der weichen Körperhaut ein Chitinstück, der Winkel, welcher die Verbindung zwischen den quadratischen Platten und den Stechborstenschenkeln herstellt«. Welchem Segmente derselbe entstammt, konnte DEWITZ nicht feststellen, da die verkümmerten Segmente gar zu wenig von einander abgegrenzt sind.

BEYER's (27) Untersuchungen über den Stachelapparat verschiedener Hymenopteren bezeichnen eigentlich keinen Fortschritt in der Erkenntnis der weiblichen Geschlechtsanhänge dieser Insekten. So weit die Stacheltheile aus Segmentanhängen hervorgehen, bestätigen seine Untersuchungen an *Apis*, *Vespa*, *Myrmica laevinodis* und *Formica rufa* die Angaben von DEWITZ. In der Schilderung der Entwicklung aller übrigen Stacheltheile tritt uns eine Vermischung der Resultate von KRAEPELIN und DEWITZ entgegen. So lässt BEYER mit KRAEPELIN die Bögen der Stachelrinne und der Stechborsten aus dem drittletzten Segmente hervorgehen. Die oblongen Platten entstehen analog den Untersuchungen von DEWITZ aus zwei Wülsten, die lateral von der Stachelrinne liegen und nach hinten in die Stachelscheiden übergehen. Die äußere Hälfte dieser Partie bildet die Anlage der quadratischen Platte. Beide Gebilde gehören zum vorletzten Segmente, dem auch der Rinnenwulst entstammt. Der Winkel wird in der seitlichen, das Gabelbein in der medianen Partie des drittletzten Segmentes angelegt.

In neuerer Zeit untersuchte KAHLENBERG (28) die Entwicklung des Bienen-

stachels und bestätigte, beziehungsweise erweiterte die Angaben von DEWITZ. Morphologische Fragen hat KAHLENBERG nicht berührt. Aus seinen entwicklungsgeschichtlichen Resultaten geht jedoch hervor, dass er eine größere Betheiligung des Hautskelettes an der Stachelbildung beobachtete als DEWITZ und BEYER. Die Stechborsten werden nach KAHLENBERG aus zwei Epidermisverdickungen der elften, Stachelrinne und Stachelscheiden aus vier von Anfang an getrennten Zapfen der zwölften Bauchschuppe gebildet. Die Wurzeln der Stechborsten sind bei einer vierzehn Tage alten Larve als künftige Borstensenkel charakterisirt, indem sie, weiter von der Mittelebene entfernt, seitlich gebogen sind. Das hintere Ende der Stechborstensenkel verdickt sich zum Winkel. Die Schienenbögen entstehen aus bogenförmigen Verdickungen der Körperhaut am Vorderrande des zwölften Segmentes.

Während die älteren Autoren nur eine Betheiligung der Bauchschuppen am Aufbau des Stachels kannten, beobachtete KAHLENBERG, dass der ganze zwölfte Körperring, von dem die Stachelscheiden vorgewachsen sind, sich in je zwei laterale Stücke gliedert, von denen die beiden inneren die oblongen, die äußeren die quadratischen Platten bilden. Diese Beobachtung bezeichnet einen bedeutenden Fortschritt gegenüber den früheren Untersuchungen.

Die neueste Arbeit auf diesem Gebiete, von KULAGIN (32), bewegt sich, was die Geschlechtsanhänge betrifft, in den Bahnen der verwandten Untersuchung von GANI N(11) und enthält über die Geschlechtsbewaffnung nur kurze Angaben.

Abgesehen von den Thysanuren (Nicoletia, Machilis, Lepisma, Lepismina), bei denen nach E. HAASE (22) nur je zwei ventrale Anhänge am achten und neunten Abdominalsegmente auftreten, entwickeln sich auch bei anderen Insektengruppen die Legeapparate aus anologen Anhängen des vorletzten und drittletzten Segmentes, so bei Orthopteren (DEWITZ, PEYTOUREAU) und Hemipteren (HEYMONS, 31 a).

Überblickt man die Resultate der bisherigen Untersuchungen, so kann es nicht entgehen, dass die allgemeine Anschauung von der Genese des Hymenopterenstachels im Laufe der Zeiten mannigfach wechselte. LACAZE-DUTHIERS und seine Zeitgenossen glaubten in demselben lediglich metamorphosirte Segmente erkennen zu müssen, während OULJANIN ihn ausschließlich aus ventralen Segmentanhängen hervorgehen ließ. KRAEPELIN's Verdienst ist es, die moderne Anschauung von der Entstehung des Stachels angebahnt zu haben. Die entwicklungsgeschichtliche Forschung der beiden letzten Jahrzehnte lieferte hierauf den sicheren Nachweis, dass der Stachelapparat der Hymenopteren theils aus ventralen Segmentanhängen, theils aus der benachbarten Körperhaut selbst hervorgeht.

Unzweifelhaft steht fest, dass die geraden Theile des Stachelapparates aus sechs ventralen Epidermisverdickungen des elften und zwölften Körpersegmentes entstehen, und zwar gehören die Stech-

borsten dem elften, die Stachelrinne und die Scheiden dem zwölften Segmente an.

Über die Betheiligung des Hautskelettes am Aufbau des Stachels herrscht dagegen noch nicht die wünschenswerthe Klarheit und Einigkeit. Aus der Körperwand differenziren sich nach KRAEPELIN sämtliche Stücke des Stachels mit Ausnahme der geraden Theile, nach DEWITZ nur quadratische Platte und Winkel, nach BEYER Bögen, Rinnenwulst, Winkel und Gabelbein, und nach KAHLENBERG sämtliche Stacheltheile mit Ausnahme von Stechborstenbogen und Winkel, sowie der geraden Anhänge. Wie sich die Theile des Stachelapparates nach den Ansichten der einzelnen Autoren auf die beiden in Frage kommenden Segmente vertheilen, lehrt folgende Tabelle.

Autoren	Stechborsten	Stachelrinne	Stachelscheide	Stechborsten- bögen	Schienenbögen	Oblonge Platte	Quadrat. Platte	Winkel	Rinnenwulst	Gabelbein
KRAEPELIN	Anhänge des			XI*		XII*	XII*	XI*	XII*	XI*
DEWITZ		XI	XII	XI	XII	XII	XII*	?	XII	—
BEYER				XI*		XII	XII	XI*	XII*	XI*
KAHLENBERG				XI	XII*	XII*	XII*	XI	XII*	—

* bezeichnet diejenigen Stacheltheile, die der Körperhaut entstammen.

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass Winkel und Stechborstenbögen nach dem übereinstimmenden Resultate aller Autoren und nach KRAEPELIN und BEYER auch das Gabelbein zum elften Segmente gehören, während Rinnenwulst, oblonge und quadratische Platten dem zwölften Segmente entstammen. Ob die Stachelrinnenbögen aus dem elften oder zwölften Segmente hervorgehen, ist noch unentschieden. KRAEPELIN und BEYER rechnen dieselben zum elften, DEWITZ und KAHLENBERG zum zwölften Segmente.

II. Der Antheil des Hautskelettes am Aufbau des Stachelapparates.

Nachdem die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen mit Sicherheit erwiesen haben, dass der Stachel nicht ausschließlich aus ventralen Anhängen sich entfaltet, und dass das Hautskelett nicht ganz zu Grunde geht, sondern zum Theil in den Stachelapparat einbezogen wird, erhebt sich die Frage, ob diese Skeletttheile vollständig umgebildet sind zu Stücken, die in Anpassung an die mecha-

nische Funktion des Stachels ihre typischen Formcharaktere ganz verloren haben, oder ob sie noch morphologische Beziehungen zum Hautskelett erkennen lassen. Da die bisherigen Beobachter, abgesehen von LACAZE-DUTHIERS, der auch andere Hymenopterenspecies heranzog, fast ausschließlich den Verhältnissen bei der Honigbiene ihre Aufmerksamkeit zuwandten, hoffte ich durch die vergleichend-anatomische Untersuchung einer möglichst großen Zahl von Arten verschiedener Familien bessere Aufschlüsse zu gewinnen und bin in dieser Erwartung nicht getäuscht worden. Fehlt auch meiner Darstellung der entwicklungsgeschichtliche Nachweis, da die Beschaffung des nöthigen Materials nicht möglich war, so hat mich doch die vergleichende Methode sichere Resultate finden lassen. Ich beginne nun mit der Schilderung meiner Befunde.

1. Die Gliederung des abdominalen Hautskelettes.

Die chitinöse Cuticula des Insektenleibes, das Exoskelett, bildet nicht einfach einen cylindrischen Schlauch von gleichmäßiger Dicke, sondern stellt sich als eine Hülle mit Zonen von verschiedener Chitinstärke dar. Jede Hymenopterenlarve wird so, abgesehen vom Kopfe, von dreizehn vollkommen geschlossenen, ungefähr gleichmäßig starken, Chitinringen umkleidet, die durch intersegmentale Ringtaschen mit schwächerer Chitinablagerung von einander abgegrenzt sind. Anal werden die Segmente enger.

Diese dreizehn Körpersegmente der Larve sind während der Imaginal- und Subimaginalperiode nicht mehr so leicht erkennbar als während der früheren Larvenzeit, da die von der Epidermis der einzelnen Segmente gebildeten Stücke des chitinösen Exoskelettes ganz verschiedenartig entwickelt werden. Die drei vordersten Segmente büßen ihre gegenseitige Beweglichkeit schnell ein und verschmelzen mehr oder weniger fest zum starren Thorax. Der Chitingürtel jedes dieser drei Segmente gliedert sich dabei in mehrere starr verbundene Stücke. Von den nächstfolgenden Abdominalsegmenten tritt bei Hymenopteren das vorderste, also das vierte Körpersegment (Mittelsegment), dicht an die Thoraxsegmentgruppe heran und verschmilzt so vollständig mit ihr, dass meist nur seine Rückenschuppe als Abschlussplatte der hinteren Thoraxwand nachweisbar bleibt.

Die übrigen Abdominalsegmente erhalten sich in höherem Grade selbständig und freier beweglich, nur die letzten Körperringe erleiden bedeutendere Umbildungen. Ihr Durchmesser wird geringer, so dass das Abdominalende kegelförmig zuläuft. Der Chitingürtel der

Abdominalsegmente zerfällt am Beginn der Imaginalzeit in je eine dorsale und ventrale Zone, in Rücken- und Bauchschuppe, welche durch laterale dünnere, taschenartig unter die Rückenschuppe eingefaltete Chitinmembranen, Lateralmembranen, in beweglichem Zusammenhang stehen. Die äußerlich sichtbaren Rückenschuppen tragen stets ein Stigmenpaar. Auch die Chitingürtel der auf einander folgenden Segmente sind durch dünnere, ringförmige, ebenfalls nischenartig unter die jeweils vorhergehenden Rücken- beziehungsweise Bauchschuppen vorspringende Chitinmembranen, Intersegmentalmembranen, beweglich verbunden, so dass jedes vorhergehende Segment das nächstfolgende deckt. Den oralen und analen Rand jedes Segmentes bezeichne ich künftighin als prä- und postsegmentalen. Der eben geschilderte Charakter der Chitinbedeckung der Abdominalsegmente ist gegen das hintere Körperende weniger ausgeprägt. Bei Hymenopteren bilden nur sechs Abdominalsegmente, nämlich die Körpersegmente V—X, deutliche Rücken- und Bauchschuppen. Vom elften Segmente ist nur die Rückenschuppe nachweisbar, dann folgt der Stachelapparat und die kleine After- schuppe.

Da die letzten Abdominalringe bei allen Aculeaten stark modificirt und vollständig verdeckt sind, so dass ohne weiteres vergleichendes Material ihr morphologischer Werth nicht zu bestimmen ist, will ich von den Verhältnissen bei Terebrantiern ausgehen, deren langes Abdomen sowohl sämtliche Bauch- und Rückenschuppen als auch den Stachelapparat frei zu Tage treten lässt. Nur durch das Studium der einfachen Verhältnisse bei Terebrantiern können wir das richtige Verständnis für die aus dem Hautskelett hervorgegangenen Stacheltheile finden, denn hier liegt der Stachelapparat frei und stellt einen vollkommen geschlossenen Ring dar.

Von Terebrantiern konnte ich bisher untersuchen *Ichneumon bucculentus*, *Amblyteles castigator*, *Trogus lutorius*, *Cryptus migratorius*, *Rhyssa persuasoria*, *Ephialtes mesocentrus* und *tuberculatus*, *Pimpla instigator*, *Anomalon circumflexum*, *Ophion luteus*, *Paniscus testaceus*; *Cynips quercus folii*; *Cimbex variabilis*, *Hylotoma pagana* und *ustulata*, *Tenthredo spec.*, *Dolerus eglanteriae*; *Sirex juveneus* und *gigas*, die ich zum Theil der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Dr. HAUSER in Erlangen verdanke.

Meiner Schilderung des abdominalen Hautskelettes dieser Gruppe lege ich als leicht verständliches Beispiel

Hylotoma pagana

(Fig. 1)

zu Grunde.

Das Abdomen ist dorsoventral wenig komprimirt. Abgesehen vom ersten Abdominalsegmente, das an den Thorax herangezogen ist, sind sechs vollständige Segmente frei nachweisbar, nämlich die Körpersegmente V—X. Die chitinöse Cuticula der einzelnen Segmente ist in je eine größere Rücken- und kleinere Bauchschuppe zerfallen. Jede Rückenschuppe greift mit ihrer lateralen Partie über den dorsalen Rand der entsprechenden Bauchschuppe herüber. Die Lateralmembran ist taschenartig unter die Rückenschuppe eingeschlagen. Die Beziehungen je zweier auf einander folgender Segmente erinnern in so fern noch etwas an larvale Verhältnisse, als nur die laterale Partie der ringförmigen Intersegmentalmembranen vollständig unter die jeweils vorhergehende Rückenschuppe eingefaltet ist, während die größere dorsale und die ventrale Zone theilweise frei liegt (Fig. 1 *Is*). Analwärts werden die Chitingürtel enger, da das Abdomen stumpf-kegelförmig zuläuft.

Während bei sämmtlichen Aculeaten das elfte Segment äußerlich nicht erkennbar ist, folgt bei *Hylotoma* hinter dem zehnten Segmente noch die Rückenschuppe des elften, die sich, abgesehen von ihrer geringeren Größe, in nichts von den vorhergehenden unterscheidet (Fig. 1 *XId*). An diese und die zehnte Bauchschuppe schließt sich der Stachelapparat an, durch eine Ringmembran mit den vorhergehenden Chitinstücken verbunden. Derselbe ist nicht, wie bei den Aculeaten, unter die letzten Rücken- und Bauchschuppen geschoben, sondern reiht sich diesen, allseitig äußerlich sichtbar, an (Fig. 1). Die Anordnung seiner Theile ist trotz mancher Abweichungen im Bau derselben die gleiche wie am Stachel von *Apis mellifica*. Ganz ventral ragen die beiden Stechborsten nach hinten (Fig. 1 *St*). Dieselben hängen mit der Stachelrinne und ihren Bögen so locker zusammen, dass sie beim Abtrennen des Stachelapparates vom übrigen Hautskelette fast regelmäßig an der den Stachel mit der zehnten Bauchschuppe verbindenden Membran hängen bleiben und dann direkt unter der elften Rückenschuppe liegen.

Der übrige Theil des Stachelapparates bildet einen vollkommen geschlossenen Ring, der als der Chitingürtel des zwölften Segmentes zu betrachten ist, weil er hinter der elften Rückenschuppe liegt. Wichtig für diese Deutung ist die Thatsache, dass hier an Stelle der vollkommen getrennten quadratischen

Platten der Honigbiene ein breiter dorsal gekrümmter Chitinreif, das Epipygium (Fig. 1 *Ep*), sich findet. ANDRÉ (17, I, Taf. I, Fig. 1 *d8*) bezeichnet dasselbe als Rückenschuppe des achten Abdominalsegmentes (im Sinne LACAZE-DUTHIERS?). Da ANDRÉ das erste, an den Thorax herangetretene Abdominalsegment, das segment médiaire, nicht zählt, entspricht die achte abdominale Rückenschuppe der zwölften unserer Zählung. Beweise für die Rückenschuppenatur des Epipygium finde ich bei ANDRÉ nicht. Die Beziehungen desselben zum übrigen Hautskelett lassen sich jedoch leicht beobachten und entsprechen vollkommen denen der übrigen Rückenschuppen. Zwischen dem postsegmentalen Rande der elften Rückenschuppe und dem präsegmentalen des Epipygium spannt sich eine Membran (Fig. 1 *Is*), die den Intersegmentalmembranen homolog ist. Auch von dieser Membran ist nur der laterale Bezirk vollständig unter den postsegmentalen Rand der elften Rückenschuppe eingefaltet (Fig. 1), genau so, wie ich es für die Intersegmentalmembranen der vorhergehenden Segmente geschildert habe. Die zwölfte Rückenschuppe springt ferner in der gleichen Weise, wie alle anderen freien Rückenschuppen es thun, lateral über den ventral liegenden Chitinbogen vor und deckt dadurch die zarte laterale Membran desselben. Der letztere ist desshalb als die zugehörige Bauchschuppe des zwölften Segmentes zu betrachten. Der ventrale Bogen ist nicht von gleichmäßiger Chitindicke, sondern in drei Zonen differenzirt: die lateralen Partien dieser zwölften Bauchschuppe stellen die beiden oblongen Platten dar. In der ventralen Medianebene wird der Chitingürtel des zwölften Segmentes bei allen Hymenopteren durch eine dem Rinnenwulst bei *Apis* homologe Membran geschlossen, die zwischen den medianen (ventralen)¹ Rändern der oblongen Platten ausgespannt auch dem oralen Ende der Stachelrinne angewachsen ist. Die Beziehungen des dorsalen Epipygium zu den oblongen Platten als laterale Bauchschuppenpartien sind dadurch etwas modificirt, dass beide gegen einander, wenn auch nur wenig, in der folgenden Weise verschoben sind. Während nämlich an den übrigen Segmenten jede Rückenschuppe nur mit ihrer lateralen Partie die zugehörige Bauchschuppe deckt (Fig. 1 *X*), liegt das Epipygium mit seiner größeren postsegmentalen Randzone der oblongen Platte (Fig. 1 *o.p*) auf. Dieses eigenthümliche Verhalten findet darin seine einfache Erklärung, dass

¹ Wo sich, wie hier, die morphologischen Bezeichnungen nicht mit den topographischen decken, füge ich letztere in () hinzu.

das hintere Körperende stumpf-kegelförmig zuläuft, wodurch Epipygium und oblonge Platte einander anal so sehr entgegengeneigt werden, dass der laterale (dorsale) Rand der letzteren unter den postsegmentalen der Rückenschuppe rückt. Bei den Aculeaten werden wir einer noch viel weiter gehenden Verlagerung beider Platten begegnen.

Die Gliederung der aus dem zwölften Segmentringe hervorgegangenen Stacheltheile entspricht also bei *Hylotoma pagana* durchaus den Gliederungsgesetzen der übrigen Abdominalsegmente. Das Epipygium bildet die Rückenschuppe, die oblongen Platten sammt Rinnenwulst die Bauchschuppe des zwölften Segmentes. Diese vier Stacheltheile bilden einen vollkommen geschlossenen Ring.

Dorsal vom Stachelapparat mündet im dreizehnten Segmente der Enddarm. Da das Segment selbst klein ist, ist auch der Chitingürtel desselben nur schwach entwickelt, zeigt aber die typische Gliederung in Rücken- und Bauchschuppe, welche wie zwei Klappen den After umschließen. Die Ausbildung dieser Klappen ist bei den Hymenopteren großen Schwankungen unterworfen. Bei *Hylotoma pagana* ist nur die Rückenschuppe stark ausgeprägt (Fig. 1 *XIII d*) und mit dem Epipygium fest verwachsen, wie dies auch bei anderen Terebrantiern zu beobachten ist. Unmittelbar unterhalb des lateralen Randes dieser Schuppe sitzt in der von den oblongen Platten dorsal ziehenden weichen Membran je ein kleines, beborstetes, Zäpfchen, der Analtaster (Fig. 1 *At*). Dieses für die Terebrantier charakteristische Gebilde fehlt den Aculeaten.

Unter den Terebrantiern erleiden die soeben an *Hylotoma* geschilderten Grundzüge des Stachelbaues nur geringfügige Veränderungen.

In den einzelnen Gruppen der Aculeaten sind dieselben jedoch mehr oder weniger stark modificirt, so dass es ohne Kenntnis der bei Terebrantiern herrschenden Verhältnisse oft unmöglich sein würde, die einzelnen Stacheltheile richtig zu deuten.

Unter den Terebrantiern stehen die Uroceriden *Hylotoma pagana* am nächsten. *Sirex gigas* und *juvencus* unterscheiden sich von derselben hauptsächlich durch die stärkere Zusammenschiebung der Chittringe. Während bei *Hylotoma* die Bauch- resp. Rückenschuppen einander nur theilweise decken, sind dieselben bei *Sirex* so stark in einander geschoben, dass die Intersegmentalmembranen nicht mehr sichtbar sind. Auch der Stachelapparat, dessen Theile einen breiten, allseitig geschlossenen Ring bilden, ist näher an die letzten freien Rücken- und Bauchschuppen herangezogen, so dass die orale Partie

desselben verdeckt wird. Immerhin ist aber noch der größere anale Theil des Stachels direkt sichtbar.

Bei den meisten Ichneumoniden (Ichneumon, Amblyteles, Trogus) ist der Stachelapparat noch weiter unter die vorhergehenden Ringe geschoben. Besonders das Epipygium ist fast vollständig von der elften Rückenschuppe verborgen. Die Ventraltheile des Stachels liegen dagegen noch mit Ausnahme der vorderen Bogenpartien völlig frei. Das Stachelrinnensegment (XII) ist stets als vollkommen geschlossener, breiter, Ring nachweisbar.

In den Vertretern der Gattung *Cimbex* lernen wir Terebrantier kennen, die in mancher Hinsicht schon an die Aculeaten erinnern. Die abdominalen Hautskelettelemente sind nämlich so stark in einander geschoben, dass selbst an der Ventralseite nur noch wenig vom Stachelapparate sichtbar ist. Das Stachelrinnensegment ist zwar noch vollkommen ringförmig geschlossen, aber das Epipygium stellt keinen überall annähernd gleich breiten Chitinbogen dar, sondern besteht in ähnlicher Weise, wie wir es später bei manchen Aculeaten beobachten werden, aus zwei großen lateralen Platten, die durch eine schmalere Brücke dorsal verbunden sind.

Diese Verhältnisse leiten zu den Aculeaten über. Bei denselben scheinen die letzten Segmente ganz zu fehlen, da bei keiner Art dieser Gruppe elfte Rückenschuppe, Stachelapparat und After-schuppe äußerlich sichtbar sind. Abgesehen von den Chrysiden, bei denen meist nur drei bis vier Ringe äußerlich nachweisbar sind, zählen wir auch bei Aculeaten sechs vollständige Rücken- und Bauchschuppen, die den Segmenten V—X angehören und stark zusammengeschoben sind, so dass nicht bloß die Intersegmentalmembranen, sondern auch schmale Zonen der Segmentgürtel selbst über einander liegen¹.

¹ Die Gestalt des Abdomens beeinflusst Form und Anordnung der Bauch- und Rückenschuppen bei den Aculeaten sehr. Das Abdomen der Terebrantier, dessen einzelne Hautskelettstücke verhältnismäßig wenig über einander greifen, besitzt meist die Form eines langgestreckten, dorsoventral oder lateral komprimierten, Cylinders, der anal, ohne sich bedeutend zu verengern, stumpf-kegelförmig zuläuft. Ferner setzt sich das Abdomen der Terebrantier meist in seiner ganzen Breite an den Thorax an, so dass der mittlere Körperabschnitt direkt in den Hinterleib übergeht. Ausnahmen sind z. B. Chalciden und Cynipiden (*Leucopsis*, *Chalcis*, *Eucharis*, *Torymus*, *Ibalia* etc.), bei denen wie bei Aculeaten ein mehr oder weniger deutlicher Stiel vorhanden ist. Bei den Aculeaten dagegen sind das zweite oder das zweite und dritte Abdominalsegment ganz oder theilweise zu einem mehr oder weniger beweglichen Hinterleibsstiel stark verengert, durch den das Abdomen stets deutlich vom Thorax abgesetzt erscheint. Die übrigen freien Chitingürtel umschließen kein langgestreckt cylindrisches sondern ein meist spitz kegel-

Ferner ist die eigenthümliche gegenseitige Verlagerung der letzten Rücken- und Bauchschuppen, auf die schon bei *Hylotoma* kurz hingewiesen wurde, in weit höherem Grade am Abdomen der Aculeaten ausgeprägt. Betrachten wir die Skizze eines Abdomens von *Vespa crabro* (Fig. 2), so fällt Folgendes auf. Sämmtliche Bauchschuppen liegen fast in einer Ebene. Am sechsten und siebenten Segmente (Fig. 2 *VI* und *VII*) sind Bauch- und Rückenschuppen annähernd parallel zu einander gerichtet. Anal werden die Segmente enger, und gleichzeitig biegen sich die Rückenschuppen mehr und mehr zur Ventralebene herunter (Fig. 2 *VIII d*, *IX d*), so dass die zehnte Rückenschuppe unter einem spitzen Winkel gegen die entsprechende Bauchschuppe geneigt ist (Fig. 2 *X d*). Dadurch werden die Rückenschuppen derart verlagert, dass der präsegmentale Rand nicht mehr oral, sondern fast dorsal und der postsegmentale nicht mehr anal, sondern ventral schaut. Dann überragt die Rückenschuppe nicht mit ihrem lateralen sondern mit ihrem postsegmentalen Rande die Bauchschuppe. Bei Formiciden sind die letzten Rückenschuppen einer noch weiter gehenden Verlagerung unterworfen, wie die Skizze des Abdomens von *Atta cephalotes* (Fig. 3) zeigt. Hier steht die zehnte Rückenschuppe fast im stumpfen Winkel auf der Bauchschuppenebene (Fig. 3 *X d*).

Rücken- und Bauchschuppe des zehnten Segmentes scheinen das hintere Körperende zu begrenzen. Hebt man jedoch die zehnte Rückenschuppe auf, so sieht man in eine Höhle hinein, in welche die letzten Segmente eingezogen sind. Zieht man den Stachelapparat vorsichtig aus dem zehnten Segmentringe heraus, so erhält man ein Bild, das ich zunächst an einem Crabroniden genauer beschreiben will.

Ammophila sabulosa.

(Fig. 4.)

Dem aus der Abdominalhöhle hervorgezogenen Stachelapparate sitzt dorsal zunächst die elfte Rückenschuppe (Fig. 4 *XI d*) sattelförmig auf. Dieselbe besteht aus zwei größeren lateralen Stücken, die durch einen breiten dorsalen Bogen (Fig. 4 *db*) mit einander verbunden sind.

förmiges oder, wie bei den Ameisen, ein kugelförmiges Abdomen. Da die eigentliche abdominale Leibeshöhle der Aculeaten relativ nicht kleiner, die Zahl der schützenden Cuticulartheile jedoch geringer ist als bei den Terebrantiern, so sind die stark in einander geschobenen Bauch- und Rückenschuppen des Aculeatenabdomens viel länger als die der Terebrantier.

Während also bei den Terebrantiern diese Schuppe den übrigen Rückenschuppen vollkommen gleichwerthig angereiht ist, liegt dieselbe bei *Ammophila sabulosa* und den Aculeaten überhaupt nicht mehr frei zu Tage, sondern ist engere Beziehungen zum Stachelapparate eingegangen und mit diesem in das Abdomen hineingeschoben worden.

Eine breite, ringförmige Membran zieht vom postsegmentalen Rande des zehnten Segmentes zum Stachelapparate und setzt sich dorsal an den präsegmentalen Rand der elften Rückenschuppe und ventral an die Bögen des Stachelapparates an. Dieselbe ist der Intersegmentalmembran zwischen dem zehnten und elften Segmentringe homolog und stets breit unter die Chitinhaut des zehnten Segmentes eingeschlagen.

Die Stechborsten und ihre Bögen befinden sich im engsten Verbande mit der Stachelrinne und den Schienenbögen, so dass morphologische Beziehungen zum Hautskelette nicht mehr erkennbar sind. Der übrige Theil des Stachelapparates ist auch bei *Ammophila sabulosa* noch zu einem vollständigen Ringe geschlossen, dessen dorsale Hälfte die beiden quadratischen Platten bilden (Fig. 4 *qu.P*). Die Rückenschuppenatur derselben ist nicht mehr so deutlich wie am Epipygium der Terebrantier, da sie nur durch einen ganz schmalen dorsalen Bogen (Fig. 4 *db*) mit einander verbunden sind, was wir schon am Epipygium von *Cimbex* beobachten konnten. Den quadratischen Platten liegen die Seitenstücke der elften Rückenschuppe auf. Die Verbindung beider Platten wird durch die Intersegmentalmembran (Fig. 4 *Is*) hergestellt, die zwischen dem postsegmentalen Rande der elften Rückenschuppe und dem präsegmentalen der quadratischen Platten ausgespannt ist. Die ventrale Schuppe des Stachelrinnensegmentes wird, wie bei den Terebrantiern, von den beiden oblongen Platten und dem Rinnenwulste gebildet. Die Beziehungen der oblongen zu den quadratischen Platten sind nur verständlich, wenn wir jene oben geschilderte Verlagerung der letzten Rückenschuppen berücksichtigen, da dieser Verschiebung auch die dorsalen Stacheltheile unterworfen sind. In Folge dessen ragt der präsegmentale Rand der elften Rückenschuppe und der quadratischen Platten bei *Ammophila* dorsal (Fig. 4). Ihre gegenseitigen Lagebeziehungen werden dadurch nicht geändert, da ja beide in der gleichen Weise verschoben sind. Die ventralen oblongen Platten dagegen werden jetzt derart von den quadratischen überdeckt, dass nicht die laterale, sondern die postsegmentale Randpartie der letzteren über den lateralen (dorsalen) Rand der oblongen

Platten herübergreift. Die Anordnung der Stacheltheile unter einander ist mithin in genau der gleichen Weise modificirt, wie wir dies schon an den vorhergehenden Hautskelettelementen beobachten können. Eine Lateralmembran verbindet oblonge und quadratische Platte jeder Seite.

Wir sehen also, dass auch bei *Ammophila* die Gliederung der Haut des Stachelrinnensegmentes sich im engsten Anschluss an die Stilgesetze der abdominalen Exoskelettelemente vollzogen hat.

Die Afterschuppe ist bei sämtlichen Crabroniden vollkommen membranös und lässt, abgesehen von der dorsalen Lage, keine Beziehungen zum Stachelapparat erkennen.

Bei Pompiliden und Heterogynen, von denen ich zahlreiche Species untersuchen konnte, begegnen wir ganz analogen Verhältnissen. Stets ist der Stachelapparat vollkommen ringförmig geschlossen, wenn gleich die dorsale Partie dieses Ringes meist sehr schmal ist.

Bisher haben wir den Chitingürtel des Stachelrinnensegmentes als geschlossenen Ring kennen gelernt. Bei *Hylotoma*, *Sirex* und anderen Terebrantiern war der dorsale Bogen dieses Segmentes, das Epipygium, als deutliche Rückenschuppe vorhanden. Aber schon bei *Cimbex* machte sich eine Reduktion der medianen Partie des Epipygium zu einer schmalen, zwei große laterale Platten verbindenden, Chitinbrücke bemerkbar. Während die quadratischen Platten der Crabroniden, Pompiliden und Heterogynen dorsal noch durch einen, wenn auch sehr schwachen, Chitinbogen zusammengehalten werden, ist bei den Vespiden der gänzliche Zerfall des zwölften Chitinringes, wie wir ihn bei der Honigbiene beobachten, dadurch angekündigt, dass der dorsale Verbindungsbogen der quadratischen Platten in der Medianlinie unterbrochen ist.

Vespa media.

(Fig. 5.)

Betrachten wir den Stachelapparat von *Vespa media* genauer, so ist zunächst zu bemerken, dass die Lagebeziehungen seiner Theile genau die gleichen bleiben, wie bei *Ammophila sabulosa*. Hier wie dort zieht eine breite, unter den postsegmentalen Rand des zehnten Segmentringes tief ringförmig eingeschlagene Intersegmentalmembran zu dem innerhalb des zehnten Segmentes liegenden Stachelapparat und der elften Rückenschuppe. Die letztere besteht aus zwei größeren lateralen Platten, die durch einen schmalen präsegmentalen Steg verbunden sind (Fig. 5 *db*). Der Stachelapparat ist zwar dorsal zu-

sammengebogen, eine vollständige dorsale Verbindung der quadratischen Platten (Fig. 5 *qu.P*) fehlt jedoch. Als letzter Rest einer einheitlichen dorsalen Brücke, wie sie *Ammophila* eigen ist, ist je ein vom hinteren Rande der quadratischen Platten dorsal ragender, langer, schmaler Fortsatz (Fig. 5 *db*) zu betrachten, der sich jederseits der Rückenschuppe des Aftersegmentes anlegt. Alle übrigen morphologischen Beziehungen bleiben die gleichen wie bei den Crabroniden. Die elfte Rückenschuppe und die quadratischen Platten sind durch die Intersegmentalmembran (Fig. 5 *Is*) verbunden; die postsegmentale Randpartie der quadratischen Platte deckt die dorsale der oblongen entsprechend der Verlagerung der letzten Rückenschuppe.

Ein erhöhtes Interesse beansprucht das Aftersegment von *Vespa*. Dasselbe ist sehr stark entwickelt (Fig. 5 *XIII*) und besteht aus einer deutlichen Bauch- und Rückenschuppe, die den After umsäumen. Eine nicht eingefaltete Intersegmentalmembran (Fig. 5 *Is*) zieht vom präsegmentalen Rande des Aftersegmentes zunächst dorsal an die Rudimente des Verbindungsbogens der quadratischen Platten (Fig. 5 *db*) und den postsegmentalen Rand der Platten selbst, um sich schließlich ventral zwischen den beiden Stachelscheiden (Fig. 5 *S*) an das hintere Ende der oblongen Platten anzusetzen.

Der Stachelapparat von *Vespa* fügt sich also den benachbarten Chitinstücken als vollwerthiges Glied des abdominalen Hautskelettes ein, trotzdem derselbe nicht mehr zu einem vollständigen Ringe geschlossen ist.

Apis mellifica.

(Fig. 6.)

Bei den Apiden sind auch die letzten Reste einer dorsalen Verbindung der quadratischen Platten verschwunden. In Folge dessen ist der ganze Stachelapparat dorsal nicht mehr sammengebogen, sondern mehr in die Breite gelegt. Die morphologischen Beziehungen zum Hautskelette sind nur noch schwer zu erkennen.

Schon die elfte Rückenschuppe (Fig. 6 *XId*) ist bei der Honigbiene in zwei laterale Stücke zerfallen, die dorsal nur noch durch eine ganz schwache Membran zusammengehalten werden und den quadratischen Platten, locker mit ihnen verbunden, auflagern. Die quadratischen Platten aber sind zwei vollkommen von einander unabhängige Stücke (Fig. 6 *quP*). Trotz der zahlreichen Untersuchungen an der Honigbiene ist der morphologische Werth der quadratischen

Platte niemals erkannt worden, weil man sich zu einseitig auf die Biene beschränkte und die an den Terebrantiern und anderen Hymenopteren beobachteten Thatsachen nicht zum Vergleiche heranzog. Aus unserer vergleichenden Betrachtung ergibt sich aber unzweifelhaft die Rückenschuppenatur der sekundär stark modificirten quadratischen Platte. Die entwicklungsgeschichtliche Forschung bestätigt diesen Befund. Nach KAHLENBERG gliedert sich der zwölfte Körpering, von dem die Stachelscheiden und Stachelrinne vorgewachsen sind, in je zwei laterale Stücke, von denen die beiden inneren die oblongen, die äußeren die quadratischen Platten bilden. Diese Gliederung des zwölften Körperinges ist nun ein Vorgang, der sich während der Subimaginalperiode der Biene auch an allen übrigen Segmenten abspielt, nämlich die Differenzirung der ursprünglich einheitlichen Chitinringe in Rücken- und Bauchschuppe. Hierfür sprechen auch die Beziehungen beider Platten zu einander, wie wir sie am fertigen Insekt beobachten können, wenn man die Verlagerung der letzten Rückenschuppen berücksichtigt. Auch bei *Apis* deckt die quadratische Platte nicht mit ihrem lateralen, sondern mit ihrem postsegmentalen Rande den dorsalen der oblongen Platte. Eine laterale Membran ist unter die quadratische Platte eingefaltet.

An der Hand der Entwicklungsgeschichte und des morphologischen Vergleiches ist es also auch bei *Apis* möglich nachzuweisen, dass trotz der Anpassung an specielle Bedürfnisse die dem Chitینگürtel des Stachelrinnensegmentes entstammenden Stacheltheile die morphologischen Charaktere, wie sie allen Rücken- und Bauchschuppen zukommen, nicht verleugnen.

Die Afterschuppe ist bei *Apis* sehr schwach entwickelt, eben so bei *Anthidium*, *Andrena*, *Bombus*, *Psithyrus*, *Chalicodoma*, *Eucera*. Bei *Xylocopa violacea* beobachtete ich eine etwas stärkere Chitinisirung dieses Segmentes.

Atta cephalotes.

(Fig. 3 und 7.)

Während der Stachelapparat der bisher untersuchten Hymenopteren innerhalb einer Gruppe (Crabroniden, Vespiden oder Apiden) nur sehr geringfügigen Modifikationen unterworfen war, ist derselbe bei den einzelnen Arten der Formiceiden sehr verschiedenartig gebaut. Zwar weist der Stachelapparat der Ameisen die gleichen Theile auf, wie bei den übrigen Hymenopteren, aber dieselben, besonders oblonge und quadratische Platte, sind meist stark modificirt, so dass wir dieselben gesondert behandeln müssen. Ich stelle daher die Ameisen an das Ende meiner vergleichenden Betrachtung.

Das kugelförmige Abdomen (Fig. 3) wird von den vier Chitinringen der Körpersegmente VII—X umschlossen, da die Segmente V und VI den Hinter-

leibsstiel bilden. Die letzten Rückenschuppen neigen sich so stark zur Bauchschuppenebene herunter, dass die zehnte Dorsalschuppe vollkommen senkrecht auf der entsprechenden Bauchschuppe steht (Fig. 3 *Xd*). Die kugelige Form des Abdomens beeinflusst auch die Anordnung der Stacheltheile. Hebt man nämlich die zehnte Rückenschuppe in die Höhe, so sieht man auf eine schwach nach außen gewölbte Membran (Fig. 7 *M*), die zwischen den breit aus einander gelegten Stacheltheilen ausgespannt ist. Diese Membran müssen wir als den Chitinmantel des Stachelrinnensegmentes betrachten. In derselben liegen die Theile des Stachelapparates in folgender Anordnung. Median ragen Stachelrinne (Fig. 7 *Sr*) und Stechborsten (Fig. 7 *St*) dorsal, im Gegensatz zu anderen Hymenopteren, bei denen die Rinne anal gerichtet ist. Lateral und dorsal wird die Membran begrenzt von den beiden quadratischen Platten (Fig. 7 *qu.P*), die jedoch nicht wie bei *Apis*, plattenförmig, sondern als starke Chitinstäbe entwickelt sind; dieselben sind durch einen dorsalen Bogen verbunden (Fig. 7 *db*) und werden theilweise von den Rudimenten der elften Rückenschuppe verdeckt. Ventral und median von den quadratischen Platten sind die oblongen Platten (Fig. 7 *op*) gleichfalls in Gestalt zweier Stäbe sichtbar. Noch mehr ventral verlaufen Schienen- und Stechborstenbögen (Fig. 7 *Srb* und *Stb*). Weitere morphologische Beziehungen sind zwischen den Stacheltheilen nicht nachweisbar. Trotz des fremdartigen Baues der einzelnen Stücke bleibt mithin die Zahl und Anordnung der Stacheltheile bei *Atta* die gleiche wie bei anderen Hymenopteren.

Ganz ähnlichen Verhältnissen begegnen wir nach BEYER bei *Myrmica laevinodis* und nach DEWITZ bei *Typhlopone oraniensis*. Der Stachelapparat dieser beiden Ameisen unterscheidet sich von *Atta* hauptsächlich durch die mehr plattenförmige Ausbildung der quadratischen Platten, die durch einen dorsalen Bogen in Zusammenhang stehen. Bei *Lasius*, *Camponotus* und *Formica* schwindet auch der dorsale Verbindungsbogen der quadratischen Platten, und der ganze Stachelapparat besteht aus einem System einzelner den Ausgang der Giftdrüse stützender Chitinstäbe, deren richtige Deutung manche Schwierigkeiten geboten hat.

Das Resultat der bisherigen Untersuchung ist folgendes. Bei allen Hymenopteren ist die Gliederung der Haut des zwölften Segmentes nach denselben Regeln erfolgt, die für das übrige abdominale Hautskelett Geltung haben. Die quadratischen Platten (Epipygium) sind der Rückenschuppe, die oblongen Platten sammt dem Rinnenwulst der Bauchschuppe des zwölften Segmentes homolog. Diese Gliederung ist jedoch nicht überall gleich deutlich zu erkennen. Die Terebrantier bieten die ursprünglichsten Verhältnisse dar, da die der Haut des zwölften Körperringes entstammenden Stacheltheile zu einem vollständigen Ringe geschlossen sind, der meist äußerlich sichtbar den übrigen abdominalen Chitinringen angereiht ist. Die quadratischen Platten sind als einheitliche Rückenschuppe (Epipygium) erhalten, deren Beziehungen zu den benachbarten Hautskelettelementen ohne Weiteres verständlich sind. Die Verhältnisse bei *Cimbex* leiten über zu den Aculeaten, bei denen der Stachelapparat sammt der

elften Rückenschuppe in das Abdomen hineingezogen ist. Crabroniden, Pompiliden und Heterogynen stehen den Terebrantiern am nächsten, da der Chitingürtel des Stachelrinnensegmentes noch einen vollständigen Ring bildet, wenn auch die dorsale Partie desselben zu einem schwachen, die quadratischen Platten verbindenden Bogen reducirt ist. Bei den Vespiden ist zwar der ganze Stachelapparat dorsal noch zusammengebogen, aber der Chitingürtel ist in dieser Region unterbrochen. Der Stachelapparat der Apiden schließlich entbehrt jeglichen dorsalen Zusammenhanges und ist mehr in die Breite gelegt. Dass auch hier die Gliederung des zwölften Körperringes nach den für alle Abdominalsegmente gültigen Regeln erfolgte, konnte mit Hilfe der vergleichenden Untersuchung und der entwicklungsgeschichtlichen Befunde nachgewiesen werden. Bei den Formiceiden gestattete uns nur noch die gleiche Zahl und Anordnung der Stacheltheile wie bei den übrigen Hymenopteren einen Rückschluss auf ihren morphologischen Werth.

2. Die feinere Skulptur des abdominalen Hautskelettes.

Nachdem wir im Allgemeinen nachgewiesen haben, dass der größere Theil des Stachelapparates sich aus mehr oder weniger stark modificirten Stücken des Chitinpanzers des vorletzten Abdominalsegmentes zusammensetzt, müssen wir die weitere Frage studiren, ob die am Aufbau des Stachels theilnehmenden Stücke des Hautskelettes auch Eigenthümlichkeiten der feineren Skulptur bewahrt haben, welche an den Panzerstücken voranliegender Körpersegmente vorhanden sind. Unter der feineren Skulptur verstehe ich sekundäre Verdickungen, welche während der Subimaginalzeit an den bis dahin gleichmäßig starken Chitingürteln der einzelnen Segmente auftreten.

Diese Versteifungen des Hautskelettes, die besonders als Leisten und Vorsprünge erkennbar sind, sind in den einzelnen Gruppen der Hymenopteren in sehr verschiedenem Grade entwickelt. Während bei *Hylotoma* z. B. die Chitinlage der einzelnen Segmente fast überall ziemlich gleichmäßig stark und nur am präsegmentalen Rande kaum merklich verdickt ist, weisen die Bauch- und Rückenschuppen anderer Terebrantier (*Tenthredo*, *Rhyssa*, *Sirex*) dagegen eine deutliche präsegmentale Randleiste auf, die schwache orale Fortsätze treibt. Bei den Aculeaten sind derartige Bildungen mächtig entfaltet, so dass intimere Beziehungen zwischen den abdominalen Hautskelettelementen und den Stacheltheilen nachweisbar sind. Den präsegment-

talen Rand der Bauch- und Rückenschuppen zeichnet bei den Aculeaten stets eine kräftige Präsegmentalleiste (Fig. 8 *VI*) aus, die jederseits einen starken Präsegmentalhöcker (Fig. 8 *VIh*) von wechselnder Gestalt entsendet, und sich auf den lateralen Rand als Seitenrandleiste (Fig. 8 *Sl*) fortsetzt, um hier nach meist kurzem Verlauf zu enden oder sich in manchen Fällen zu einem Lateralfortsatz (Fig. 8 *Lf*) zu verdicken.

Diese orientirenden Bemerkungen vorausgeschickt beginne ich mit der vergleichenden Schilderung meiner Befunde.

A. Die Bauchschuppen.

Apis mellifica.

(Fig. 8.)

Längs des präsegmentalen und lateralen Randes jeder Bauchschuppe zieht eine Leiste (Fig. 8 *VI*), die besonders am Präsegmentalrande stark ausgeprägt ist und am vorderen Rande der Bauchschuppen ziemlich lateral einen kurzen, zahnartigen, nach vorn und medial gerichteten Präsegmentalhöcker (Fig. 8 *VIh*) besitzt. Von der lateral ziehenden Leiste (Fig. 8 *Sl*) springt ein längerer, nach hinten gekrümmter, ziemlich spitz auslaufender Zapfen vor, der lateral und dorsal gerichtet ist, der Lateralfortsatz (Fig. 8 *Lf*). Beide Zapfen dienen Muskeln zur Insertion.

Die ungefähr viereckige Form der Bauchschuppen der vorderen Abdominalsegmente (Fig. 8 *VIv*, *VIIv*) geht an den hinteren Segmenten dadurch in eine mehr abgerundete über, dass die beiden Höcker weiter aus einander rücken und die Verbindungsleiste zwischen denselben sich nach außen krümmt (Fig. 8 *VIIIv* etc.). Der Präsegmentalhöcker erscheint an den hinteren Segmenten kleiner, verliert mehr und mehr die einer phrygischen Mütze vergleichbare Gestalt und besteht an der zehnten Bauchschuppe (Fig. 8 *Xv*) nur noch als eine niedrige, halbmondförmige Chitinverdickung. Während der präsegmentale Rand der sechsten Bauchschuppe (Fig. 8 *VIv*, *VI*) zwischen den beiden Höckern (Fig. 8 *VIh*) noch fast geradlinig zieht, buchtet sich der mediane Theil dieser Leiste an den folgenden Bauchschuppen mehr und mehr in die Schuppe hinein. Dadurch erhält die zehnte Bauchschuppe ein fast herzförmiges Aussehen (Fig. 8 *Xv*). Vergleicht man nun die zehnte Bauchschuppe mit dem Stachelapparat, so fällt unser Auge sofort auf die beiden Bogenpaare der Stechborsten und der Stachelrinne, die der präsegmentalen Randleiste der Bauchschuppen homolog erscheinen. Man braucht sich nur vorzu-

stellen, dass die mediane Einbuchtung der Randleiste in die elfte und zwölfte Bauchschuppe noch weiter eindringt und eine schmale mediane Zone der Leiste nicht mehr entwickelt wird, so erscheint es begreiflich, dass die Bogentheile des Stachelapparates den Randleisten zweier Segmente entsprechen, und dass ihre beiden getrennten Schenkel mit den aus der medianen Zone der Bauchschuppen hervorwuchernden Stechborsten und Stachelrinne verwachsen seien.

Diese Deutung der Bögen des Stachelapparates als Präsegmentalleisten der elften und zwölften Bauchschuppe wird durch das Studium des Bauchschuppenreliefs anderer Hymenopteren bestätigt und ergänzt.

Vespa crabro.

Während bei *Apis* die Präsegmentalleiste an der zehnten Bauchschuppe median zwar stark eingebuchtet war, aber noch ununterbrochen und gleich stark zwischen den beiden Höckern verlief, ist an der gleichen Schuppe bei *Vespa crabro* die mediane Verbindung nicht mehr vollständig ausgebildet.

Der starken Präsegmentalleiste der sechsten Bauchschuppe sitzt oral eine breite Lamelle auf, welche jederseits in einen mächtigen Höcker übergeht, in den schwach entwickelte Zweige der Präsegmentalleiste hineinziehen. Der Seitenrand ist schwach chitinisirt und trägt im hinteren Drittel eine winzige zahnartige Verdickung. An den nächsten Bauchschuppen ist der Präsegmentalhöcker kleiner und schmaler; die Präsegmentallamelle schwindet besonders in ihrem medianen Theile. An der zehnten Bauchschuppe ist der Präsegmentalhöcker zwar noch stark entwickelt, aber schmaler als an allen vorhergehenden. Die Lamelle ist fast vollständig verschwunden und die Leiste nur in der dicht an den Höcker grenzenden Region entwickelt. In Folge dessen erscheinen diese Verhältnisse geeignet, die für *Apis* ausgesprochene Deutung zu ergänzen, in so fern als bei *Vespa crabro* die Präsegmentalleiste entsprechend dem getrennten Verlauf der beiderseitigen Stechborstenbögen schon an der letzten freien Bauchschuppe median nur noch schwach entwickelt ist.

Ganz analoge Beziehungen zwischen Stachelbögen und Präsegmentalleiste beobachten wir bei

Atta cephalotes.

(Fig. 9.)

An der Bauchschuppe des siebenten Segmentes sind Präsegmental- und Seitenrand stark verdickt. Von den Präsegmentalecken erhebt

sich jederseits ein kräftiger zahnartiger Vorsprung, der Präsegmentalhöcker (Fig. 9 *Vh*). Die achte Bauchschuppe bildet einen Halbring mit annähernd parallelen Rändern (Fig. 9 *VIIIv*). Der stark chitinisirte Präsegmentalrand (Fig. 9 *Ve*) trägt einen breiten, sattelförmigen Präsegmentalhöcker (*Vh*) und setzt sich als runder Grat (Fig. 9 *Sl*) auf den Seitenrand fort; der Seitenrand ist nur in der vorderen Partie stärker chitinisirt. Etwas hinter der Mitte desselben erhebt sich auf eine kurze Strecke ein niedriger, stark chitinisirter Grat. Die folgenden Bauchschuppen werden besonders in der Längsrichtung des Körpers schmaler, und ihre laterale Randpartie rundet sich nach hinten zu mehr und mehr ab. Die neunte Bauchschuppe (Fig. 9 *IXv*) weicht in ihren Formeigenthümlichkeiten nur in so weit von der achten ab, als zwischen den beiden Höckern (*Vh*), die niedrig geworden sind, die Präsegmentalleiste nicht mehr gerade, sondern median schwach eingebuchtet verläuft. Die zehnte Bauchschuppe ist besonders in ihrem medianen Bezirk sehr schmal geworden. Außerdem hat sich die Präsegmentalleiste median stark in die Bauchschuppe eingebuchtet und ist an dieser Stelle nur als ganz schwache Leiste nachweisbar. Die stärkeren lateralen Partien der Präsegmentalleiste ziehen von hier aus zunächst ziemlich gerade nach außen und vorn, um sich an den lateralen Ecken unter bogenförmiger Krümmung auf den Seitenrand fortzusetzen und hier nach kurzem Verlauf schroff und schwach verbreitert (Fig. 9 *) zu enden. Ganz homolog verläuft der Stechborstenbogen bei *Atta* (Fig. 7 *Stb*). Von der Stechborste (Fig. 7 *St*) geht unter stumpfem Winkel ein schlanker gerader Bogen aus, der schräg nach vorn und lateral zieht und sich erst im lateralen Bezirk leicht umbiegt, um sich am Ende zum Winkel zu verdicken (Fig. 7 *w*). Auch bei *Myrmica laevinodis* und *Typhlopone oraniensis* ist, nach den Abbildungen von BEYER und DEWITZ zu urtheilen, das gleiche Verhalten des Stechborstenbogens zu beobachten.

Interessant und für die morphologische Deutung der Bögen des Stachelapparates wichtig ist die Untersuchung der in Frage kommenden Bauchschuppenpartien von

Chrysis fulgida.

(Figg. 10 und 11.)

Bei den Chrysiden setzen sich bekanntlich an Stechborsten und Stachelrinne nicht wie bei *Apis* lateral divergirende, gekrümmte Bögen an, sondern dieselben verlaufen (Fig. 10 *Stb*, *Srb*) parallel

mit einander und mit der Längsachse des Körpers gerade nach vorn. Ein ganz ähnliches Verhalten beobachten wir an der Präsegmentalleiste der Bauchschuppen (Fig. 11).

Die nahezu quadratische Form der sechsten Bauchschuppe (Fig. 11 *VIv*) geht an den folgenden Schuppen mehr und mehr in eine schmal-rechteckige über. An der sechsten Bauchschuppe ist die Präsegmentalleiste (*VI*) median schwach in die Bauchschuppe eingesenkt und erhebt sich lateral zu je einem niedrigen Präsegmentalhöcker (*VIh*). Die präsegmentale Partie der siebenten Bauchschuppe zeigt einen tiefen, herzförmigen Einschnitt, der von der schmalen Präsegmentalleiste (*VI*) begrenzt ist; der Höcker (*VIh*) ist etwas höher, wie an der vorhergehenden Schuppe, und spitzig. Median setzt sich die Präsegmentalleiste als ganz schwache Verdickung auf die Ränder eines die Bauchschuppe in zwei symmetrische Hälften theilenden Trennungsspalt fort; dadurch zerfällt auch die Präsegmentalleiste in zwei Stücke. An der achten Bauchschuppe (Fig. 11 *VIIIv*) sind diese beiden Theilstücke weiter aus einander und dem lateralen Bauchschuppenrande näher gerückt. Schmale Partien der Segmentwandung setzen sich den beiden Leisten median und oral lamellenartig an. Ein eigentlicher Präsegmentalhöcker ist nicht mehr vorhanden. Die neunte Bauchschuppe (Fig. 11 *IXv*), welche um die Hälfte schmaler ist als die achte, trägt die Theilstücke der Präsegmentalleiste (*VI*) als schwach gekrümmte Leisten, annähernd parallel mit einander nahe dem Seitenrande ziehend. Die median-orale Partie der zehnten Bauchschuppe (Fig. 11 *Xv*) ist bis auf geringe, den Theilstücken der Präsegmentalleiste anliegende Reste reducirt, so dass dieselben als schmale Stäbe frei über den oralen Bauchschuppenrand vorragen (Fig. 11 *VI*). Die leicht gebogenen analen Enden der beiden Leisten sind einander median etwas näher gerückt. Denkt man sich nun, dass an der elften und zwölften Bauchschuppe die mediane Körperwand noch weiter reducirt wird, so müssen schließlich die beiden Präsegmentalstäbe vollkommen frei liegen, um als Stechborsten- und Schienenbögen mit den Geschlechtsanhängen zu verwachsen.

Der in engster Beziehung zur Präsegmentalleiste stehende Präsegmentalhöcker lässt sich auch an den Bögen des Stachelapparates vielfach deutlich nachweisen. Bei den meisten Aculeaten gehen nämlich die Bögen an ihren lateralen Enden nicht direkt in den Winkel, beziehungsweise den Stiel der oblongen Platte über, sondern verlängern sich über die Ansatzstelle des Winkels und der

oblongen Platte hinaus lateral zu mehr oder minder deutlichen Fortsätzen, den Bogenfortsätzen (Fig. 12 *Szf*). Bei *Apis*, manchen *Cra-*
broniden und *Pompiliden* ist dieser Zapfen zwar vorhanden, aber
wenig ausgebildet. Am Schienenbogen von *Bombus* ist derselbe je-
doch sehr kräftig entwickelt (Fig. 12 *Szf*) und ragt als langer, leicht-
gebogener Fortsatz dorsal. Er muss seiner ganzen Lage nach dem
Präsegmentalhöcker der Bauchschuppen (Fig. 13 *Vh*) homolog gesetzt
werden. Der letztere steht nämlich bei *Bombus* an den präsemen-
talen Ecken der annähernd viereckigen Bauchschuppen und ist durch
einen nasenartig nach hinten gerichteten Fortsatz ausgezeichnet. An
der zehnten Bauchschuppe (Fig. 13) ist der Höcker bedeutend schmaler
aber länger und erhebt sich genau an der gleichen Stelle, an der
sich am Schienenbogen (Fig. 12) der Bogenfortsatz erhebt, so dass wir
in beiden homologe Bildungen erblicken müssen.

Wenn in anderen Fällen ein Bogenfortsatz nicht entwickelt ist,
und der Stechborstenbogen, wie z. B. bei *Chrysiden* und *Formiciden*
(Fig. 7 und 10), direkt in den Winkel übergeht; dann ist auch der
Präsegmentalhöcker entweder an allen Bauchschuppen sehr schwach,
wie bei den *Chrysiden*, oder er obliteriert schon an den letzten freien
Bauchschuppen (*Atta*).

Der morphologische Vergleich, welcher die Deutung der Bogen-
paare als Präsegmentalleisten der elften und zwölften Bauchschuppe
unzweifelhaft sicherstellt, ergänzt und bestätigt so die entwicklungs-
geschichtlichen Resultate und beseitigt zugleich die bis jetzt bestehen-
den Widersprüche. KRAEPELIN lässt zwar die beiden Bogenpaare
aus einer Verdickung am Vorderrande der zwölften Bauchschuppe
hervorgehen, aber schon DEWITZ und KAHLENBERG wiesen nach,
dass diese Partien in zwei verschiedenen Bauchschuppen entstehen.
Während DEWITZ beide Bögen aus den Anhängen hervorstehen
lässt, beobachtete KAHLENBERG, dass die Schienenbögen als bogen-
förmige Verdickungen der Körperwand am Präsegmentalrande
der zwölften Bauchschuppe angelegt werden. Die Stechborstenbögen
betrachtet KAHLENBERG allerdings als die oralen Theile der Stechborsten,
wenn er sagt, dass diese Partie, lateral gebogen, als künftige Borsten-
schenkel charakterisirt sei. Ich habe aus KAHLENBERG's Präparaten
jedoch diesen Eindruck nicht gewinnen können.

Die vergleichende Betrachtung der Präsegmentalleiste
und der Bogenpaare des Stachelapparates lässt uns in
beiden homologe Bildungen erkennen und zwar entspricht
der Stechborstenbogen der Präsegmentalleiste der elften

und der Schienenbogen derjenigen der zwölften Bauchschuppe. Von der elften Bauchschuppe bleibt fast nur die Präsegmentalleiste erhalten und der übrige Theil der Schuppe wird nicht chitinisirt, am zwölften Segmente setzen sich noch Theile der schwächeren Bauchschuppenwandung dem Schienenbogen an. Gemäß dem allgemeinen Gesetze, dass jede vorhergehende Bauchschuppe die nächstfolgende deckt, lagern die Bögen der Stechborsten, d. h. die Präsegmentalleiste des elften Segmentes den Schienenbögen, d. h. der Präsegmentalleiste des zwölften Segmentes ventral auf.

Auch der Lateralfortsatz der Bauchschuppen steht in Beziehung zum Stachelapparat.

Apis mellifica.

(Fig. 8.)

An der sechsten Bauchschuppe (*Vlv*) steht der Lateralfortsatz (*Lf*) mit dem Präsegmentalhöcker (*Vh*) in ungefähr gleichem Niveau, so dass der Anschein erweckt wird, als bilde er die Fortsetzung der Präsegmentalleiste (*Vl*), aber an allen übrigen Bauchschuppen ist er mehr lateral gerückt, indem die Verbindungsleiste zwischen beiden Fortsätzen sich mehr in die Länge streckt. Die vorderen Ecken der Bauchschuppen runden sich allmählich ab und gleichzeitig krümmt sich der laterale Zapfen so stark nach hinten, dass er an der zehnten Bauchschuppe der lateralen Chitinleiste fest anliegt und mit ihr bis auf die äußerste Spitze verwächst (Fig. 8 *Xv*).

Betrachtet man den Lateralfortsatz der zehnten Bauchschuppe bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 14) und vergleicht damit das Bild des Winkels derselben Seite (Fig. 15), so fällt die eminente Ähnlichkeit beider in die Augen. Längs des lateralen Randes der zehnten Bauchschuppe zieht eine starke, dunkelgefärbte Randleiste (Fig. 14 *Rl*), sie verjüngt sich (Fig. 14 †) gegen die Ansatzstelle des Lateralfortsatzes (Fig. 14 *Lf*), sich schwach gegen denselben krümmend, um dann weiter nach vorn ziehend rasch spitz zu enden (Fig. 14*). Ein vom Präsegmentalrande ausgehender, breiter, aber minder starker Saum (Fig. 14 *Cs*) legt sich außen der Randleiste an, verbreitert sich nach hinten zu allmählich und endet an der Stelle, wo sich die starke, dunkelgefärbte Seitenrandleiste (*Rl*) unter Verjüngung (†) nach außen krümmt, in einem rückwärts gerichteten Zapfen (Fig. 14 *Lf*), der durch eine schwächere, annähernd halbmondförmige Chitinmembran (Fig. 14 *M*) mit der starken Randleiste (*Rl*) verbunden ist. Alle diese Einzelheiten sind auch dem Winkel aufgeprägt (Fig. 15). Die

bogenförmige Krümmung (Fig. 15 †) der hinteren starken Randleiste erkennen wir in dem mit † bezeichneten Wulst. Von demselben zieht in genau der gleichen Weise, wie an der zehnten Bauchschuppe eine schwache Chitinleiste (Fig. 15*) nach vorn, um sich nach dem Stechborstenbogen hin zu verlieren. Vom Stechborstenbogen geht wie an der zehnten Bauchschuppe, eine breite Chitinlamelle (Fig. 15 Cs) aus, die in der Gegend der bogenförmigen Leiste (†) sich zum äußeren Zapfen des Winkels (*Lf*) verdickt, der mit der Bogenleiste (†) durch eine starke Membran (*M*) verbunden ist.

Lateralfortsatz und Winkel sind mithin bei *Apis* homologe Bildungen und morphologisch nichts weiter als einfache Verdickungen der Seitenrandleiste mit dem gemeinsamen physiologischen Zwecke, Muskeln zur Insertion zu dienen.

Dieses Resultat bestätigt und erweitert die embryologischen Befunde. Nach den Untersuchungen von KRAEPELIN, DEWITZ (?) und BEYER entsteht der Winkel am lateralen Rande der elften Bauchschuppe. KAHLENBERG beobachtete, dass sich das hintere Ende des Stechborstenbogens zum Winkel verdickt. Aber während die Entwicklungsgeschichte den Eindruck erweckt, als wäre der Winkel eine Neubildung des elften Segmentes, lehrt die morphologische Betrachtung, dass wir bei *Apis* in demselben nur eine Form-eigenthümlichkeit zu erblicken haben, die in gleicher Weise allen vorhergehenden Bauchschuppen zukommend, in diesem Segmente besonders stark entwickelt wird, nämlich den Lateralfortsatz.

Bei anderen Hymenopteren sind die morphologischen Beziehungen des Winkels zum Lateralfortsatz weniger deutlich, weil der letztere meist zu schwach entwickelt ist, um eine so eingehende Vergleichung wie bei *Apis* zu gestatten.

Vespa crabro.

An der zehnten Bauchschuppe hat sich die Präsegmentalleiste etwa unter rechtwinkliger Knickung auf das vordere Drittel des Seitenrandes fortgesetzt und ist hier im Gegensatz zu den vorhergehenden Bauchschuppen stark verdickt. Diese Seitenrandleiste erhebt sich an ihrem hinteren Ende zu einem schwachen Fortsatz, der dem Lateralfortsatz der zehnten Bauchschuppe bei *Apis* entspricht.

Der Winkel spiegelt diese wenig plastisch ausgeprägten Ver-

hältnisse der zehnten Bauchschuppe getren wieder, indem er einen längeren Stamm erkennen lässt, der sich am hinteren Ende verbreitert und verdickt und zwei kurze Fortsätze treibt, die mit der oblongen und quadratischen Platte artikuliren. Der Winkel ist mit dem Stechborstenbogen seiner Herkunft gemäß verbunden und von demselben rechtwinklig abgesetzt. Der winzige Lateralfortsatz der zehnten Bauchschuppe, die Stelle bezeichnend, wo sich die Seitenrandleiste zur hinteren Winkelpartie verdickt, entspricht dem dorsalen Fuß des Winkels. Der unpaare Stamm des Winkels ist der verdickten Seitenrandleiste homolog, die sich eben so wie der Winkel vom Stechborstenbogen, von der Präsegmentalleiste rechtwinklig absetzt.

Während bei *Vespa crabro*, wie überhaupt bei den meisten Hymenopteren, der Winkel deutlich und rechtwinklig vom Stechborstenbogen abgesetzt ist, und der letztere stets mit einem mehr oder weniger kräftigen Bogenfortsatz den Winkel überragt, geht bei Chrysiden und Formiciden der Bogen unter schwacher Krümmung direkt in den Winkel über (Figg. 7 und 10). In diesen Fällen setzt sich auch die Präsegmentalleiste nicht unter rechtwinkliger Knickung, sondern bogenförmig auf den Seitenrand fort, um hier, wie dies die zehnte Bauchschuppe von *Atta* (Fig. 9 Xv) sehr schön veranschaulicht, nach kurzem Verlaufe schroff und schwach verbreitert zu enden. Man braucht sich nur vorzustellen, dass an der elften Bauchschuppe das Ende der Seitenrandleiste noch stärker verdickt wird, während die schwächer chitinisirte Bauchschuppenwandung obliterirt, so steht der Vergleichung des Winkels mit jener Partie nichts im Wege.

Von der elften Bauchschuppe bleibt also nur die Präsegmental- und Seitenrandleiste sammt deren Höckern und Fortsätzen erhalten, die zweckmäßig modificirt als Stechborstenbogen und Winkel an den Stachelapparat herantreten.

Wenden wir uns jetzt zur zwölften Bauchschuppe, so ist zunächst die Stachelrinne als ventraler Anhang außer Acht zu lassen und nur die übrigen in der Bauchwand liegenden Theile, oblonge Platten, Schienenbögen, Rinnenwulst und Gabelbein in Betracht zu ziehen. Da von diesen die Schienenbögen schon als Präsegmentalleiste der zwölften Bauchschuppe gedeutet wurden, bespreche ich sogleich die morphologische Vergleichung der lateralen Bauchschuppenpartie und der oblongen Platte.

Apis mellifica.

Während der größere Theil der elften Bauchschuppe zu Grunde geht und nur der Lateralfortsatz als Winkel mächtig entfaltet wird, ist an der zwölften Bauchschuppe das Umgekehrte der Fall. Nur der an die vordere Partie der Seitenrandleiste grenzende Bezirk der Bauchschuppe wird reducirt, so dass die laterale Leiste als schmaler »Stiel der oblongen Platte« dem unpaaren Stamm des Winkels homolog erscheint (Fig. 16). Der übrige Theil der lateralen Fläche wird zur oblongen Platte umgebildet, die ihre eigenthümliche Gestalt hauptsächlich durch die laterale Randleiste der zwölften Bauchschuppe erhält. Eine von hinten kommende Randleiste (Fig. 16 *Rl*) zieht an der oblongen Platte in ihrer ganzen Ausdehnung nach vorn bis zu der Stelle, wo beim Winkel die von vorn kommende äußere Lamelle (Fig. 15 *Cs*) sich in den dorsalen Zapfen (*Lf*) verlängert. Dieser Zapfen ist auch an der oblongen Platte vorhanden, aber nicht so deutlich ausgeprägt, wie am Winkel (Figg. 15 u. 16 *Lf*), eben so ist die Lamelle stark reducirt (Fig. 16 *Cs*) und liegt als schmaler Streif dem Plattenstiel (Fig. 16 *) an.

Als Neubildung tritt in der oblongen Platte eine verdickte Chitinleiste (Fig. 16 *N*) auf, die bogenförmig vom hinteren Ende der Platte bis zum Lateralfortsatz (Fig. 16 *Lf*) verläuft.

Ganz ähnlich sind die oblongen Platten der meisten anderen Hymenopteren gebaut. Bei *Bombus* (Fig. 13 *Lf*) endet nur an der zehnten Bauchschuppe die Seitenrandleiste in einem kurzen, nach vorn gerichteten, Lateralfortsatz (*Lf*). Auch an der oblongen Platte ist der entsprechende Fortsatz in derselben Weise gekrümmt (Fig. 12 *Lf*). Die große oblonge Platte von *Vespa crabro* ist durch einen langen kräftigen Stiel mit dem Schienenbogen verbunden. Dieser Stiel entspricht wie bei *Apis* dem vorderen Theile der Seitenrandleiste und ist somit auch dem Stamm des Winkels homolog. Der Schienenbogen verlängert sich eben so wie der Stechborstenbogen über die Ansatzstelle des Stiels der oblongen Platte hinaus in einen nach hinten gerichteten Fortsatz.

Während bei Apiden, Vespiden, Crabroniden und Pompiliden an einer schmalen Zone zwischen Schienenbogen und oblonger Platte die Chitinablagerung unterbleibt, so dass der orale Rand der oblongen Platte nicht direkt an den präsegmentalen Schienenbogen stößt und mit demselben nur durch den von der Seitenrandleiste gebildeten schmalen Stiel in Verbindung steht, ist bei Formiciden und Terebrantiern die Scheidung der beiden ein und demselben Segmente zugehörigen Theile nicht vollzogen, da die oblongen Platten in ihrer ganzen Breite mit dem Schienenbogen verwachsen sind. Eine in ge-

ringerem Grade ausgesprochene Trennung dieser Partien bemerken wir schon bei Heterogynen und Chrysiden (Fig. 10). Bei denselben ist das laterale Ende des Schienenbogens stark verbreitert: diese Partie besitzt die Form eines Dreiecks, an dessen anale Spitze sich die oblonge Platte direkt ansetzt, so dass ein längerer Stiel nicht mehr ausgebildet ist. In diesen Fällen ist offenbar nicht allein die Seitenrandleiste, sondern auch die an den oralen Theil derselben und die Präsegmentalleiste angrenzende Bauchschuppenwandung noch erhalten. Am vollständigsten ist, wie schon angedeutet wurde, die laterale Partie der zwölften Bauchschuppe bei manchen Formiciden und Terebrantiern nachweisbar, da bei denselben die ganze seitliche Wand der zwölften Bauchschuppe dem Stachelapparate angegliedert ist, ohne dass ein Stiel der oblongen Platte differenzirt wurde. Sehr deutlich erkennen wir diese Verhältnisse am Stachelapparate von *Atta cephalotes* (Fig. 7). Die eigentliche oblonge Platte besteht hier aus einer starken Spange, die als laterale und postsegmentale Randverdickung der zwölften Bauchschuppe aufzufassen (Fig. 7 *Op*) ist. Diese und den präsegmentalen Schienenbogen verbindet die schwächere Bauchschuppenwandung. Auch bei *Typhlopone oraniensis* schildert DEWITZ den untrennbaren Zusammenhang von Schienenbogen und oblonger Platte.

Da schon bei der Schilderung der Gliederung des Stachelapparates von *Apis* darauf hingewiesen wurde, dass die Deutung der oblongen Platte als laterale Zone der zwölften Bauchschuppe durchaus mit den Resultaten der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen in Einklang steht, wende ich mich zur Schilderung der übrigen zur zwölften Bauchschuppe gehörenden Stacheltheile.

Die mediane Zone der zwölften Bauchschuppe ist schon oben (p. 299) in ihrer Umbildung zum Rinnenwulste gewürdigt worden.

Einer etwas eingehenderen Besprechung bedarf dagegen das Gabelbein. Dasselbe tritt als eine Zone stärkerer Chitinablagerung in der vorderen medianen Partie des Rinnenwulstes auf und ist entgegen den Angaben von KRAEPELIN und BEYER, die dasselbe zum elften Segment rechnen, als zur zwölften Bauchschuppe gehörig zu betrachten. Gehörte dasselbe nämlich zur elften Bauchschuppe, so müsste es unbedingt zwischen den beiden Stechborsten ventral von der Stachelrinne liegen. Thatsächlich liegt es aber dorsal von derselben. Es kann also nur der zwölften Bauchschuppe entstammen, zumal auch der Rinnenwulst, mit dem das Gabelbein verwachsen ist, dorsal von der Stachelrinne sich zwischen den oblongen Platten

ausspannt. Auch entwicklungsgeschichtlich lässt sich die Zugehörigkeit des Gabelbeins zum Hautskelett des zwölften Segmentes leicht nachweisen. Auf medianen Längsschnitten durch das Abdomen von *Apis* sieht man während der Subimaginalzeit sehr deutlich, dass sich die an das orale Ende der Stachelrinne angrenzende Partie der Segmenthaut (Fig. 17 F) dorsal und anal tütenförmig unter Verdickung eingesenkt hat und dass in dieser Einsenkung das Gabelbein entsteht. Das Gabelbein ist mithin eine einfache Verdickung der vorderen medianen Partie des Rinnenwulstes, die nur am zwölften Segmente auftritt und dem Ansatz von Muskeln dient. Für diese Auffassung spricht auch die Thatsache, dass die Entwicklung des Gabelbeins in den einzelnen Hymenopterengruppen großen Schwankungen unterworfen ist; bei den Terebrantiern fehlt dasselbe sogar vollständig.

B. Die Rückenschuppen.

Das Relief der Rückenschuppen bietet wenig Bemerkenswerthes. Nur die Präsegmentalleiste und die für die Rückenschuppen charakteristischen Stigmen bedürfen einer etwas eingehenderen Schilderung.

Die Präsegmentalleiste ist in den einzelnen Gruppen der Hymenopteren mehr oder weniger stark entwickelt und entsendet lateral vielfach je einen Präsegmentalhücker.

An den Rückenschuppen der Terebrantier sind sekundäre Wandverdickungen eben so wenig deutlich entwickelt wie an den Bauchschuppen. Das Epipygium, das im Allgemeinen stärker chitinisirt ist, wie die vorhergehenden Hautskelettelemente, schließt bei der Mehrzahl der Terebrantier sich in seiner Form den übrigen Rückenschuppen so eng an und wurde in seiner morphologischen Bedeutung schon oben so eingehend gewürdigt, dass jede weitere Besprechung überflüssig ist.

Bei sämtlichen Aculeaten erleidet die zwölfte Rückenschuppe mehr oder weniger tiefgreifende Modifikationen, besonders dadurch, dass der größere Theil der ursprünglichen zwölften Rückenschuppe obliterirt. Schon bei *Cimex* kann man beobachten, dass das Epipygium aus zwei größeren lateralen Platten gebildet wird, die im Gegensatz zu anderen Terebrantiern nur durch einen stark verdickten, breiten, dorsalen Bogen verbunden sind. In ganz ähnlicher Weise werden auch die quadratischen Platten der Crabroniden, Pompiliden und Heterogynen durch einen, wenn auch schwächeren, Chitinbogen

dorsal zusammengehalten. Den quadratischen Platten der Vespiden fehlt ein kontinuierlicher dorsaler Verbindungsbogen; zwei vom analen Rande der Platten ausgehende Chitinfortsätze habe ich oben als Reste des dorsalen Bogens angesprochen.

Es entsteht nun die Frage, ob diese dorsale Chitinbrücke eine der zwölften Rückenschuppe eigene Neubildung oder der Präsegmentalleiste der vorhergehenden Rückenschuppen zu vergleichen ist. Dass das Letztere der Fall ist, lässt sich selbst für die beträchtlich modificirten quadratischen Platten der Vespiden durch eine sorgfältige Vergleichung mit den übrigen Rückenschuppen nachweisen.

Vespa crabro.

(Fig. 18.)

Die Rückenschuppen VI—X sind übereinstimmend geformt. Jede derselben trägt ein laterales Stigma (*Sg*) und ist durch eine starke gerade Präsegmentalleiste (*Pl*) ausgezeichnet, der wie bei den Bauchschuppen eine breite Lamelle (*L*) aufsitzt, die sich lateral zu je einem großen Präsegmentalhöcker (*Vh*) von annähernd dreieckiger Form erhebt. An der zehnten Rückenschuppe macht sich eine allgemeine Reduktion geltend. Die Präsegmentalleiste obliterirt in der Höckergegend; dieser selbst und die Lamelle werden kleiner. An der elften Rückenschuppe der Vespiden ist die Reduktion noch weiter geschritten, während dieselbe bei Crabroniden, Pompiliden und Heterogynen meist vollständig erhalten ist; die Lamelle ist verschwunden; vom Präsegmentalhöcker ist nur noch eine winzige Spitze vorhanden. Die Präsegmentalleiste ist dagegen noch sehr stark, während die ganze mediane Partie der Rückenschuppe bis an die Präsegmentalleiste reducirt ist, so dass die elfte Rückenschuppe aus zwei lateralen Stücken besteht, die durch einen starken dorsalen Bogen verbunden sind (Fig. 18 *db*). Jedes Stück trägt ein Stigma. Seitlich vom Stigma tritt in jeder Platte als neues Gebilde eine Hautverdickung auf, die als starke Chitinleiste (Fig. 18 *N*) vom vorderen lateralen zur Mitte des hinteren Randes verläuft. Die Form der lateralen Stücke der elften Rückenschuppe entspricht genau der lateralen Partie der zehnten Rückenschuppe (*Xd*). Wenden wir uns jetzt der quadratischen Platte (Fig. 18 *XII d*) zu, so fällt zunächst die eminente Formähnlichkeit mit der elften Rückenschuppe auf. Bei beiden ist der laterale Rand in der Mitte in gleicher Weise leicht eingebuchtet, während der hintere Rand stark nach außen gebogen verläuft. Schon diese geringfügigen

Formeigenthümlichkeiten charakterisiren die quadratischen Platten als Endglied einer Reihe von Umbildungen, denen die einzelnen Rückenschuppen unterworfen sind. Betrachtet man die seitliche Partie der neunten Rückenschuppe (Fig. 18 *IXd*), so sieht man, dass die annähernd dreieckige Form derselben an der zehnten (*Xd*) in eine mehr viereckige übergeht, um sich an der elften und zwölften mehr und mehr abzurunden. Noch schärfer tritt diese Stellung der quadratischen Platte in andern Eigenthümlichkeiten hervor. Während nämlich bei sämtlichen Crabroniden, Pompiliden und Heterogynen die durch den dorsalen Verbindungsbogen repräsentirte Präsegmentalleiste der elften Rückenschuppe auch an den quadratischen Platten noch als kontinuierlicher Bogen die seitlichen Partien verbindet, finden sich bei *Vespa crabro* an der entsprechenden Stelle nur zwei laterale Fortsätze (Fig. 18 *XII d, db*), die über das Aftersegment (*XIII* in Fig. 5) herübergreifen. Die an die Präsegmentalleiste grenzende, annähernd dreieckige, Randzone der quadratischen Platte (Fig. 18 *XII d*) ist median umgebogen und bildet so eine lateral offene Rinne. Diese umgeschlagene Partie erhebt sich oral zu einem als Gelenkhöcker für den Winkel dienenden kleinen Fortsatz, der unzweifelhaft dem Präsegmentalhöcker der übrigen Dorsalschuppen entspricht.

Während bei der Mehrzahl der Aculeaten die quadratischen Platten als breite Stücke dem Stachelapparate angefügt werden, sind dieselben bei den Chrysiden und manchen Ameisen in Gestalt zweier langer Chitinstäbe entwickelt. Dass diese Stäbe nichts Anderes vorstellen als die Präsegmentalleiste der zwölften Rückenschuppe, lehrt in demonstrativer Weise die morphologische Vergleichung der Rückenschuppen von

Chrysis fulgida.

(Fig. 19.)

Die achte Rückenschuppe (*VIII d*) ist stark ventral gewölbt, ihr präsegmentaler Rand tief herzförmig ausgeschnitten und stark verdickt (*VI*). Von der Mitte der Präsegmentalleiste geht median eine starke Wandverdickung aus, die anal etwa bis zur Mitte der Rückenschuppe reicht. Die neunte Rückenschuppe ist mehr in die Länge gestreckt; ihre präsegmentale Randleiste (*VI*) ist tiefer in die Rückenschuppe eingesenkt und an den oralen Enden leicht verdickt, während die lateralen Hautpartien membranös geworden sind. Die mediane Wandverdickung erstreckt sich, wenn auch nur schwach chitinisirt,

bis an den analen Rand der Schuppe. Die vordere Partie der zehnten Rückenschuppe (*Xd*) ist noch schmaler; die Präsegmentalleiste hat sich anal tief eingesenkt und setzt sich median als stark chitinisirte unpaare Wandverdickung nach hinten fort, um vor dem postsegmentalen (anal)en Rande mit zwei kurzen Gabelästen zu enden. Nur die anale Partie der zehnten Rückenschuppe ist noch etwas stärker chitinisirt. An der elften Rückenschuppe (*XId*) ist die schwächere präsegmentale (orale) Wandung oblitterirt, so dass diese Rückenschuppe die Form eines Spatens mit gegabeltem Stiel erhält. Die Präsegmentalleiste (*V7*) ist bis auf einen kurzen unpaaren Stamm oral und anal in zwei unter spitzen Winkeln konvergierende Stäbe zerfallen. Die quadratischen Platten (Fig. 10 *qu.P*) sind das Endglied dieser Umbildungsreihe, da an derselben die Präsegmentalleiste vollständig in zwei Stäbe (*qu.P*) gespalten ist, die durch Reste der schwächeren Rückenschuppenwandung zusammengehalten werden (Fig. 10 *db*).

Wenn wir die verschiedenen Formen zusammenstellen, in denen uns die zwölfte Rückenschuppe der Larve am Imago begegnet, so kann es nicht entgehen, dass dieselbe besonders bei den Aculeaten einer weitgehenden, in den einzelnen Gruppen graduell verschiedenen, Reduktion unterworfen ist, der selbst die verdickte Präsegmentalleiste nicht Stand zu halten vermag. Das einheitliche Epipygium der Terebrantier steht den echten Rückenschuppen am nächsten. An Stelle desselben beobachten wir bei den meisten Aculeaten zwei quadratische Platten, welche durch die Präsegmentalleiste dorsal zusammengehalten werden. Während nun bei Vespiden und Apiden die quadratischen Platten nur in so fern modificirt werden, als bei ersteren der mediane Theil der Präsegmentalleiste theilweise, bei letzteren vollständig oblitterirt wird, bei den Chrysiden und manchen Formiciden die ganze Rückenschuppenwandung bis an die Präsegmentalleiste, ja im extremsten Falle sogar diese selbst bis auf je ein laterales Stück reducirt.

Da für die meisten Rückenschuppen je ein Stigmenpaar charakteristisch ist, würde meine morphologische Deutung der quadratischen Platten an Sicherheit gewinnen, wenn auch an diesen Stigmen nachzuweisen wären. Über das Vorhandensein eines solchen sind verschiedentlich Angaben gemacht worden. So beschreibt DEWITZ (16b) die quadratischen Platten von *Typhlopone oraniensis* folgendermaßen: »Seitlich von den Scheiden liegt eine große Chitinplatte mit einem großen Stigma am Hinterrande. In natürlicher Lage nimmt dieselbe

eine mehr aufgerichtete Stellung ein, so dass der Rand mit dem Stigma dem After zugekehrt ist und als hinterer bezeichnet werden muss.« DEWITZ giebt diesem Gebilde keinen Namen. Dass dasselbe, so weit sich aus DEWITZ' Schilderung ersehen lässt, nicht etwa der elften Rückenschuppe entspricht, die ja meistens ein Stigma trägt, geht aus der weiteren Beschreibung der fraglichen Platte deutlich hervor: »Dieser Rand (nämlich der hintere) schlägt sich nach innen und vorn um und geht in ein gehöhlttes Chitinstück über. Am vorderen unteren Ende läuft letzteres in einen kurzen Stiel aus, der sich dem Winkel inserirt, am hinteren oberen Ende verschmilzt es gänzlich mit der übrigen Plattenfläche. Von dieser geht ein Chitinstreif aus, der über das ganze vorletzte Rückensegment verläuft, um in die gleichnamige Platte der anderen Seite überzugehen.« Ich habe schon bei *Vespa* auf die mediale Umbiegung der präsegmentalen (dorsalen) Randzone der quadratischen Platte, sowie auf die Beziehungen dieses gehöhlten Stückes zum Winkel hingewiesen. Diese Analogie und die dorsale Verbindung dokumentiren das fragliche Gebilde bei *Typhlopone* unzweifelhaft als quadratische Platte, an der das Vorhandensein eines Stigmas von hohem morphologischem Interesse wäre. Es war mir jedoch nicht möglich, die Richtigkeit dieser Angabe zu kontrolliren. Ferner will ANDRÉ am *Epipygium* einiger *Terebrantier* (*Leucopsis*, *Phaganophora*, *Ibalia*) Stigmen beobachtet haben. Auf Grund eigener Untersuchungen kann ich für die genannten *Terebrantier* ANDRÉ's Angabe nicht bestätigen, da bei diesen nicht das *Epipygium*, sondern die elfte Rückenschuppe die Stigmen trägt, während das *Epipygium*, sekundär stark modificirt, sammt dem ganzen Stachelapparate so tief in das Abdomen hineingeschoben ist, dass dasselbe äußerlich nicht sichtbar ist. Ob bei anderen Hymenopteren die quadratischen Platten Stigmen tragen, will ich vorläufig dahingestellt sein lassen, da meine diesbezüglichen Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind. Ich hoffe darüber bald Mittheilungen machen zu können.

Wenn ich hiermit die vergleichende Untersuchung über die feinere Skulptur des Stachelapparates schließe, so glaube ich zur Genüge nachgewiesen zu haben, dass sich stark ausgeprägte Relief-eigenthümlichkeiten der Bauch- und Rückenschuppen auch an den Stacheltheilen nachweisen lassen. Da die feinere Skulptur nicht überall gleich deutlich hervortritt, habe ich mich nicht auf eine oder einige Arten beschränkt, sondern aus einer möglichst großen Anzahl von Arten aller Gruppen passende Vergleichsobjekte ausgewählt, die

den Beobachter mit den intimeren Formeigenthümlichkeiten des abdominalen Hautskelettes und seiner Derivate vertraut machen. Die so gewonnenen allgemeinen Resultate meiner vergleichenden Studien lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen.

Während der Larvenzeit ist die Haut der einzelnen Segmente gleichmäßig stark chitinisirt.

Während der mehrfach wiederholten Larvenhäutungen treten an den Chitingürteln sekundäre Versteifungen auf, die besonders am präsegmentalen und lateralen Rande der Bauch- und Rückenschuppen in Form von Leisten und Vorsprüngen auftreten (Präsegmentalleisten und -Höcker, Lateralleiste und -Fortsatz).

Diese sekundären Wandverdickungen sind nicht an allen Bauch- und Rückenschuppen gleichmäßig ausgebildet, sondern weisen in oralanaler Richtung graduelle Verschiedenheiten auf.

Homologe Verdickungen treten auch an den aus dem Hautskelett hervorgegangenen Stacheltheilen auf, die stets die extremsten Umbildungsformen der Reliefeigenthümlichkeiten der einzelnen Rücken- und Bauchschuppen darstellen.

Folgende Theile des Stachelapparates lassen sich mit sekundären Wandversteifungen der Bauch- und Rückenschuppen homologisiren.

Die Stechborstenbögen entsprechen der Präsegmentalleiste der elften Bauchschuppe.

In den Schienenbögen erkennen wir die Präsegmentalleiste der zwölften Bauchschuppe.

Wenn an den Bögen des Stachelapparates kräftige Fortsätze entwickelt sind (Bombus), so lassen sich diese dem Präsegmentalhöcker der übrigen Bauchschuppen vergleichen.

Der Winkel ist eine einfache Verdickung des vorderen Drittels der Seitenrandleiste der elften Bauchschuppe und in besonderen Fällen dem Lateralfortsatz homolog.

Der Stiel der oblongen Platte, homolog dem unpaaren Stamm des Winkels, repräsentirt das vordere Drittel der Seitenrandleiste der zwölften Bauchschuppe.

Der dorsale Verbindungsbogen der quadratischen Platten und die Rudimente desselben entsprechen der Präsegmentalleiste der übrigen Rückenschuppen.

Neben diesen, dem ganzen abdominalen Hautskelett eigenen sekundären Wandverdickungen treten sowohl an den Bauch- und Rückenschuppen, wie auch am Stachelapparate Neubildungen auf, die sich nicht an allen Skelettstücken gleichmäßig finden und die

wir füglich als tertiäre Versteifungen bezeichnen können. Hierher rechne ich z. B. eine bei Vespiden, Crabroniden etc. in der elften Rückenschuppe seitlich vom Stigma verlaufende Chitinleiste und am Stachelapparat neben manchen im speciellen Theil genannten Bildungen, besonders das Gabelbein, das eine dem median-oralen Theile der zwölften Bauchschuppe eigene Wandverdickung ist.

Es erübrigt mir zum Schluss noch, das Gesamtergebniss der bisherigen Untersuchung kurz festzustellen. Als LACAZE-DUTHIERS um die Mitte dieses Jahrhunderts die Morphologie des Stachelapparates zu ergründen suchte, scheiterte sein Versuch daran, dass er seinen Studien das Gliederungsgesetz zu Grunde legte, welches AUDOUIN für die Thorakalsegmente gefunden hatte, in der Voraussetzung, dass dasselbe auch für das Skelett der Abdominal-segmente gelte. Ich glaube evident nachgewiesen zu haben, dass sich das Stachelrinnensegment eben so wie die abdominalen Chitinringe nur in je eine Bauch- und Rückenschuppe gliedern, und dass sogar feinere Skulpturformen der freien Bauch- und Rückenschuppen auch am elften und zwölften Segment vorhanden sind.

Beide Thatfachen lassen die aus der Körperhaut hervorgegangenen Theile des Stachelapparates als vollwerthige Glieder des abdominalen Hautskelettes erscheinen, mögen auch sekundäre, in Anpassung an specielle Bedürfnisse erfolgte, Modifikationen im einzelnen Falle die morphologische Deutung erschweren.

III. Die Morphologie der Geschlechtsanhänge.

(Stechborsten, Stachelrinne und Stachelscheiden.)

Die bisherige Untersuchung beschränkte sich auf die morphologische Deutung derjenigen Partien des weiblichen Legeapparates, die der Körperwandung entstammen. Diese Skelettelemente sind die Träger ventraler Anhänge, der Geschlechtsanhänge, Gonapophysen im engeren Sinne, nämlich der Stechborsten, Stachelrinne und Scheiden, die morphologisch noch nicht gewürdigt wurden. Schon frühzeitig wurde die Frage aufgeworfen, ob die Geschlechtsanhänge eine Bildung besonderer Art oder anderen Anhängen der Ventralseite homolog seien. An Interesse gewann diese Frage noch, als um die Mitte dieses Jahrhunderts mit dem Aufblühen der embryologischen Forschung Thatfachen bekannt wurden, die zu der

Vermuthung zu berechtigten schienen, dass die Gonapophysen den Thorakalbeinen homolog seien.

Nachdem RATHKE (5) im Jahre 1844 an Embryonen der Maulwurfsgrille Abdominalanhänge beobachtet hatte, wandte sich die Aufmerksamkeit der Forscher eifrigst diesen interessanten Gebilden zu und es gelang, auch bei Vertretern anderer Insektengruppen ähnliche Embryonalbildungen nachzuweisen. Besonders GRABER (19) hat in seinen Untersuchungen über diesen Gegenstand zahlreiche Beobachtungen über derartige Anhänge niedergelegt. Trotzdem sind wir auch heute noch über die Bedeutung dieser Gebilde völlig im Unklaren. Nur das steht fest, dass diese Abdominalanhänge rasch vergängliche, nur während der Embryonalzeit bestehende Bildungen sind.

Als ventrale Anhänge entstehen während der Embryonalzeit auch die Thorakalbeine und die Mundwerkzeuge. Dieselben werden jedoch im Gegensatz zu den Abdominalanhängen beim Übergang in das Larvenstadium nicht zurückgebildet, sondern erhalten sich als schlummernde, stets nachweisbare Anlagen. Die frühzeitige Entstehung der cephalen, thorakalen und abdominalen Anhänge hat nun die interessante Frage angeregt, ob man in denselben homologe Bildungen erkennen dürfe. So sieht man Antennen und Mundwerkzeuge als Anhänge von vier Kopfsegmenten an. Die ektostichen Styli am neunten Abdominalsegmente von *Periplaneta* sind auf den distalen Theil eines neunten Abdominalanhanges und die Cerci auf die Anhänge eines elften embryonalen Abdominalsegmentes von HEYMONS (31a) zurückgeführt worden. In neuester Zeit hat JAWOROWSKI (30) die Spinnwarzen von *Trochosa singoriensis* mit Abdominalanhängen homologisirt.

Seit GANIN's Untersuchungen an Pteromalinen ist der Gedanke, auch in den Geschlechtsanhängen der Insekten Homologa der übrigen Ventralanhänge erblicken zu müssen, nicht aus der Diskussion verschwunden. Auf die einschlägigen Arbeiten im Einzelnen einzugehen, würde zu weit führen. Während die Mehrzahl der älteren Autoren (GANIN, OULJANIN, KRAEPELIN, DEWITZ u. A.) die Frage nach der Extremitätennatur der Gonapophysen ohne Rückhalt bejahen, hält man in neuerer Zeit dieselbe noch für eine offene, weil bisher nicht nachgewiesen sei, dass sich die Geschlechtsanhänge aus den beim Embryo vorhandenen Extremitätenanlagen entwickeln (KORSCHOLT-HEIDER 23, KULAGIN 32). HEYMONS (31) verneint die vorliegende Frage sogar auf das entschiedenste.

Über embryonale Abdominalanhänge bei Hymenopteren sind mir nur zwei Angaben bekannt, die beide wenig geeignet erscheinen, die Gliedmaßennatur der Geschlechtsanhänge zu beweisen. Die eine stammt von BÜTSCHLI; an passender Stelle werde ich auf dieselbe zurückkommen. Ferner theilt BÜRGER (34) einige Angaben CARRIÈRE's über Hinterleibsanhänge bei *Chalicodoma muraria* mit: »Anlagen von Hinterleibsbeinen sind selten zu beobachten, niemals frühzeitig, sondern gewöhnlich erst, wenn die Brustbeine die Höhe ihrer Entwicklung erreicht haben; nie habe ich mehr als zwei Paar von Abdominalbeinanlagen deutlich erkennen können und nur einmal als kleine freie Zäpfchen; doch zeigten sich in manchen Fällen auch noch auf dem dritten und vierten Hinterleibssegmente an entsprechender Stelle kleine kreisförmige Verdickungen, vielleicht ganz rudimentäre Anlagen.« Den letzten Abdominalsegmenten fehlten also bei *Chalicodoma* Ventralanhänge vollkommen, auf welche die Gonapophysen zurückgeführt werden könnten. Diese Thatsache ist mit dem von HEYMONS (31a) erwähnten Verhalten der Nepa-Embryonen in Parallele zu setzen.

Als eines der wichtigsten Kriterien für die Extremitätennatur der Geschlechtsanhänge wird von VERHOEFF (33) die häufig zu beobachtende Gliederung derselben ins Feld geführt, wenn er gegen HEYMONS behauptet: »Da alle bekannten myriopodenartigen Formen gegliederte Laufbeine haben, so ist für die Beurtheilung der Gliedmaßennatur der Tracheatengonapophysen die Gliederung derselben nicht nur nicht von untergeordneter Bedeutung (wie HEYMONS meint), sondern von allerhöchster Bedeutung, ganz abgesehen davon, dass schon das Wort Gliedmaße hier das Richtige anzeigt. Dass Gebilde, die in gar keiner Verwandtschaft mit den hier behandelten Organen stehen, wie die Schwanzfäden, gegliedert sein können, thut ja nichts zur Sache!« Nun mögen ja vielleicht die Schwanzfäden nichts zur Sache thun; andere Vorkommnisse jedoch mahnen zu großer Vorsicht bei der morphologischen Verwerthung der Gliederung abdominaler Anhänge. So besitzt beispielsweise die Larve von *Sialis lutaria* an allen Hinterleibssegmenten lange gegliederte Anhänge, die als Kiemen funktioniren und in die Muskeln und Tracheen hineinziehen; und doch können dieselben niemals als Abdominalgliedmaßen angesehen werden, da ihre durchaus laterale, ektostische, Stellung trotz der Gliederung eine Homologie mit den Thorakalbeinen unmöglich macht.

Auch bei Hymenopteren kommen gegliederte Gonapophysen vor.

So besitzen Crabroniden, Pompiliden und Heterogynen Stachel-scheiden, die in ein basales und ein distales Stück gegliedert sind, eine Eigenthümlichkeit, die VERHOEFF natürlich gleichfalls zu Gunsten der Extremitätennatur der Geschlechtsanhänge verwerthet. Vor der Hand fehlt jedoch hierfür noch jede positive Grundlage, da, so weit mir bekannt, keine einzige entwicklungsgeschichtliche Beobachtung existirt, die uns Aufschluss über den Zeitpunkt des Auftretens dieser Eigenthümlichkeit geben könnte.

Als weiteres Moment gegen die Extremitätennatur der Gonapophysen ist ihre Stellung am Segmente von Bedeutung. Schon GRABER und E. HAASE haben darauf hingewiesen, dass man die Ventralanhänge ihrer verschiedenen Stellung an den Bauchschuppen wegen nicht immer unter einander homologisiren dürfe. Nur diejenigen Anhänge können als den Thorakalbeinen homolog angesehen werden, die orthostich mit den wahren Extremitäten entstehen. Bei *Apis* treten nach KAHLENBERG erst am vierten Tage des Larvenlebens die ersten Anlagen der Geschlechtsanhänge auf und zwar unmittelbar unter dem Ganglienknoten des elften resp. zwölften Segmentes, d. h. direkt neben der ventralen Medianlinie. Auch meine Schnittserien durch Larven von *Rhodites rosae* und *Cynips quercus folii* führen mich zu demselben Ergebnisse. Selbst wenn man die Verschmälerung der hinteren Körperpartie in Betracht zieht, stehen die Geschlechtsanhänge der Medianlinie immer noch näher wie die Brustbeine. Auch ein Blick auf die Abbildungen der Larven von *Platygaster* und *Polynema* in GANIN's Arbeit lehrt die durchaus entostiche Stellung der Gonapophysen.

Bei den Hymenopteren stehen also die Gonapophysen viel zu sehr entostich, um den wirklichen Extremitäten gleichwerthig sein zu können.

Als letztes und wichtigstes Argument gegen die Gliedmaßen-natur der Gonapophysen macht sich der Zeitpunkt des ersten Auftretens derselben geltend. KORSCHOLT-HEIDER, HEYMONS und KULAGIN sehen hierin das bedeutendste Hindernis für eine Homologisirung der Gonapophysen mit den Extremitäten. BÜTSCHLI dagegen zweifelt nicht, dass die embryonalen Abdominalanhänge der letzten Segmente bei *Apis* in genetischer Beziehung zu den Geschlechtsanhängen stehen, trotzdem sie nach seiner eigenen Angabe schon gegen Ende der Embryonalzeit vollkommen zurückgebildet werden.

Die erste Anlage der Brustbeine gehört aber bei *Apis* der frühen

Embryonalzeit an, während die Geschlechtsanhänge erst bei einer vier Tage alten Larve angelegt werden.

Auch bei *Platygaster* bilden sich nach KULAGIN die Geschlechtsanhänge erst in späteren Stadien der Entwicklung, wenn der Darm schon entwickelt ist. Schlupfwespenlarven, die während ihres ganzen Lebens schmarotzen, durchlaufen nach demselben Autor zwei Stadien, eines im Ei und ein zweites außerhalb desselben; erst während der letzteren Periode bilden sich die Anhänge der Geschlechtsorgane; Larven, die aus dem Wirth ausschlüpfen, zeigen erst zu dieser Zeit die Anlage der Geschlechtsanhänge.

Alle diese Thatsachen lehren klar und deutlich, dass die erste Anlage der embryonalen Abdominalanhänge und der Gonapophysen auch bei Hymenopteren zwei verschiedenen Entwicklungsepochen angehört. Erstere sind rein embryonaler Natur und nur während des Eilebens nachweisbar; letztere werden erst im Larvenstadium angelegt. Und so lange nicht nachgewiesen werden kann, dass die eine Bildung in die andere übergeht, dürfte jeder Versuch einer Identificirung der Gonapophysen mit den embryonalen Abdominalanhängen resp. den Extremitäten als verfehlt zu bezeichnen sein. Das vollständige Verschwinden der Abdominalanhänge oder ihre anderweitige Verwendung gegen Ende der Embryonalzeit machen es vor der Hand weit wahrscheinlicher, dass die Geschlechtsanhänge durchaus selbständige Bildungen sind, die in keiner Beziehung zu den Extremitäten stehen. Dafür spricht auch die Thatsache, dass nach E. HAASE schon bei den niedrig stehenden Thysanuren homologe Geschlechtsanhänge auftreten. So wird bei *Machilis*, *Lepisma* und *Lepismina* die Legescheide aus vier Anhängen des achten und neunten Abdominalsegmentes gebildet.

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. FLEISCHMANN, auf dessen Anregung hin und unter dessen Leitung und thatkräftiger Unterstützung die vorliegende Untersuchung im zoologischen Institute zu Erlangen ausgeführt wurde, auch an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen, ist mir eine angenehme Pflicht.

Erlangen, Februar 1899.

Verzeichnis der untersuchten Hymenopteren.

	Apidae.
<i>Apis mellifica.</i>	<i>Sphecodes gibbus.</i>
<i>Bombus spec.</i>	<i>Chalicodoma muraria.</i>
<i>Eucera longicornis.</i>	<i>Anthidium manicatum.</i>
<i>Xylocopa violacea.</i>	<i>Psithyrus vestalis.</i>
	Vespidae.
<i>Vespa crabro.</i>	<i>Polistes gallicus.</i>
» <i>media.</i>	<i>Eumenes coarctata.</i>
» <i>germanica.</i>	<i>Odynerus parietum.</i>
» <i>vulgaris.</i>	
	Crabronidae.
<i>Crabro fossorius.</i>	<i>Cerceris arenaria.</i>
<i>Trypoxylon figulus.</i>	» <i>4-fasciata.</i>
<i>Bembex integra.</i>	<i>Sphex flavipennis.</i>
<i>Mellinus arvensis.</i>	<i>Ammophila sabulosa.</i>
	Pompilidae.
<i>Priocnemis spec.</i>	<i>Pompilus viaticus.</i>
	» <i>4-punctatus.</i>
	Heterogyna.
<i>Sapyga 5-punctata.</i>	<i>Tiphia femorata.</i>
<i>Diospilus 4-punctata.</i>	<i>Mutilla europaea.</i>
	Chrysididae.
<i>Chrysis fulgida.</i>	<i>Hedychrum nobile.</i>
» <i>lyncea.</i>	
	Formicidae.
<i>Camponotus ligniperdus.</i>	<i>Lasius niger.</i>
	<i>Atta cephalotes.</i>
	Terebrantia.
<i>Ichneumon bucculentus.</i>	<i>Cryptus viduatorius.</i>
<i>Amblyteles amatorius.</i>	<i>Tryphon rutilator.</i>
<i>Trogus lutorius.</i>	<i>Rhyssa persuasoria.</i>
<i>Ephialtes tuberculatus.</i>	<i>Anomalus cerinops.</i>
» <i>mesocentrus.</i>	<i>Ophion luteus.</i>
<i>Pimpla instigator.</i>	<i>Paniscus testaceus.</i>
<i>Leucopsis dorsigera.</i>	<i>Phaganophora conica.</i>
<i>Smicra clavipes.</i>	<i>Torymus bedeguaris.</i>
<i>Cynips quercus folii.</i>	<i>Ibalia cultellator.</i>
<i>Cimbex variabilis.</i>	<i>Allantus spec.</i>
<i>Hylotoma pagana.</i>	<i>Tenthredo spec.</i>
» <i>ustulata.</i>	<i>Dolerus eglanteriae.</i>
<i>Sirex gigas.</i>	<i>Sirex juvencus.</i>

Litteraturverzeichnis.

1. SWAMMERDAM, Bibel der Natur. 1738.
2. RÉAUMUR, Phys.-ökonomische Geschichte der Bienen. 1759.
3. BURMEISTER, Handbuch der Entomologie. Berlin 1832.
4. LÉON DUFOUR, Recherches anatomiques et physiologiques sur les Orthoptères, les Hyménoptères et Neuroptères. Mém. de l'acad. des sc. savants étrangers. 2^e Série. T. VII. 1841.
5. RATHKE, Zur Entwicklungsgeschichte der Maulwurfsgrille. MÜLLER's Arch. für Anat. und Phys. 1844. p. 27.
6. STEIN, Vergl. Anatomie und Physiologie der Insekten. I. Die weiblichen Geschlechtsorgane der Käfer. Berlin 1847.
- 7a. LACAZE-DUTHIERS, Recherches sur l'armure génitale des Insectes. Annales des sc. natur. 3^e Série. T. XII. 1849. T. XIV. 1850.
- 7b. Idem., Recherches sur l'armure génitale femelle des Insectes. Ibid. 3^e Serie. T. XVII. 1852. T. XVIII. 1852. T. XIX. 1853.
8. GERSTAECKER, Handbuch der Zoologie. II. p. 187. 1863.
9. SOLLMANN, Der Bienenstachel. Diese Zeitschr. XIII. 1863.
10. FENGER, Anatomie und Physiologie des Giftapparates bei den Hymenopteren. TROSCHEL's Arch. für Naturgesch. 29. Jahrg. Theil V. 1863.
11. GANIN, Beitrag zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte bei den Insekten. Diese Zeitschr. XIX. p. 381. 1869.
12. BÜTSCHLI, Zur Entwicklungsgeschichte der Biene. Diese Zeitschr. XX. p. 537. 1870.
13. OULJANIN, Sitzungsber. der zool. Abth. der III. Vers. russ. Naturf. in Kiew. Diese Zeitschr. XXII. p. 289. 1872.
14. KRAEPELIN, Untersuchungen über den Bau, Mechanismus und Entwicklungsgeschichte des Stachels der bienenartigen Thiere. Diese Zeitschr. XXIII. p. 289. 1873.
15. GEGENBAUR, Grundriss der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1874.
- 16a. DEWITZ, Vergleichende Untersuchungen über Bau und Entwicklung des Stachels der Honigbiene und der grünen Heuschrecke. Dissertation. Königsberg 1874.
- 16b. Idem, Über Bau und Entwicklung des Stachels und der Legescheide einiger Hymenopteren und der grünen Heuschrecke. Diese Zeitschr. XXV. p. 174. 1875.
- 16c. Idem, Über Bau und Entwicklung des Stachels der Ameisen. Diese Zeitschr. XXVIII. p. 527. 1878.
17. ED. ANDRÉ, Species des Hyménoptères d'Europe et d'Algérie. 1882—1896.
18. HOLZ, Anatomische Studie des Bienenstachels. Bienenzeitung. XXXIX. p. 194. 1888.
- 19a. GRABER, Über Polypodie bei Insektenembryonen. Morph. Jahrb. XIII. p. 586. 1888.
- 19b. Idem, Über den Bau und die phylogenetische Bedeutung der embryonalen Bauchanhänge der Insekten. Biol. Centralbl. IX. p. 355. 1889.
- 19c. Idem, Vergleichende Studien am Keimstreif der Insekten. Denkschr. Akad. Wiss. Wien. 1890.

- 19d. GRABER, Über die morphologische Bedeutung der ventralen Abdominalanhänge der Insektenembryonen. Morph. Jahrb. XVII. p. 467. 1891.
20. CHOLODKOVSKY, Studien zur Entwicklungsgeschichte der Insekten. Diese Zeitschr. XLVIII. p. 89. 1889.
21. M. WHEELER, Über drüsenartige Gebilde im ersten Abdominalsegment der Hemipteren-Embryonen. Zool. Anz. XII. p. 500. 1889.
22. E. HAASE, Die Abdominalanhänge der Insekten mit Berücksichtigung der Myriopoden. Morph. Jahrb. XV. p. 331. 1889.
23. KORSCHOLT-HEIDER, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere. 1890.
24. CARLET, Mémoires sur le venin et l'aiguillon de l'Abeille. Ann. sc. nat. zool. 7^e Série. T. IX. 1890.
25. NUSBAUM, Zur Embryologie des *Meloe proscarabaeus*. (Polnisch.) Kosmos, Lemberg 1891. Citirt nach KORSCHOLT-HEIDER (23).
26. CARRIÈRE, Die Drüsen am ersten Hinterleibsringe der Insektenembryonen. Biol. Centralbl. XI. p. 110. 1891.
27. BEYER, Der Giftapparat von *Formica rufa*, ein reducirtes Organ. Jen. Zeitschr. f. Naturw. XXV. p. 26. 1891.
28. KAHLBERG, Über die Entwicklung des Stachelapparates etc. bei der Honigbiene. Dissertation. Erlangen 1895.
29. PEYTOUREAU, Contribution à l'étude de la morphologie de l'armure génitale des Insectes. Paris 1895.
30. JAWOROWSKY, Die Entwicklung des Spinnapparates bei *Trochosa singoriensis* mit Berücksichtigung der Abdominalanhänge und der Flügel bei den Insekten. Jen. Zeitschr. für Naturw. XXX. p. 39. 1896.
- 31a. HEYMONS, Zur Morphologie der Abdominalanhänge der Insekten. Morph. Jahrb. XXIV. p. 178. 1896.
- 31b. Idem, Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Lepisma saccharina*. Diese Zeitschr. LXII. p. 581. 1897.
32. NIC. KULAGIN, Beiträge zur Erkenntnis der Entwicklungsgeschichte von *Platyaster*. Diese Zeitschr. LXIII. p. 195. 1897.
33. VERHOEFF, Noch einige Worte über Segmentanhänge bei Insekten und Myriopoden. Zool. Anz. XXI. p. 33. 1898.
34. CARRIÈRE-BÜRGER, Die Entwicklung der Mauerbiene (*Chalicodoma muraria* Fabr.) im Ei. Abhandl. der Kaiserl. Leop.-Carol. deutsch. Akad. der Naturf. LXIX, 2. p. 340. 1898.

Erklärung der Abbildungen.

Die römischen Ziffern bezeichnen die Körpersegmente, *d*, Rückenschuppe, *v*, Bauchschuppe.

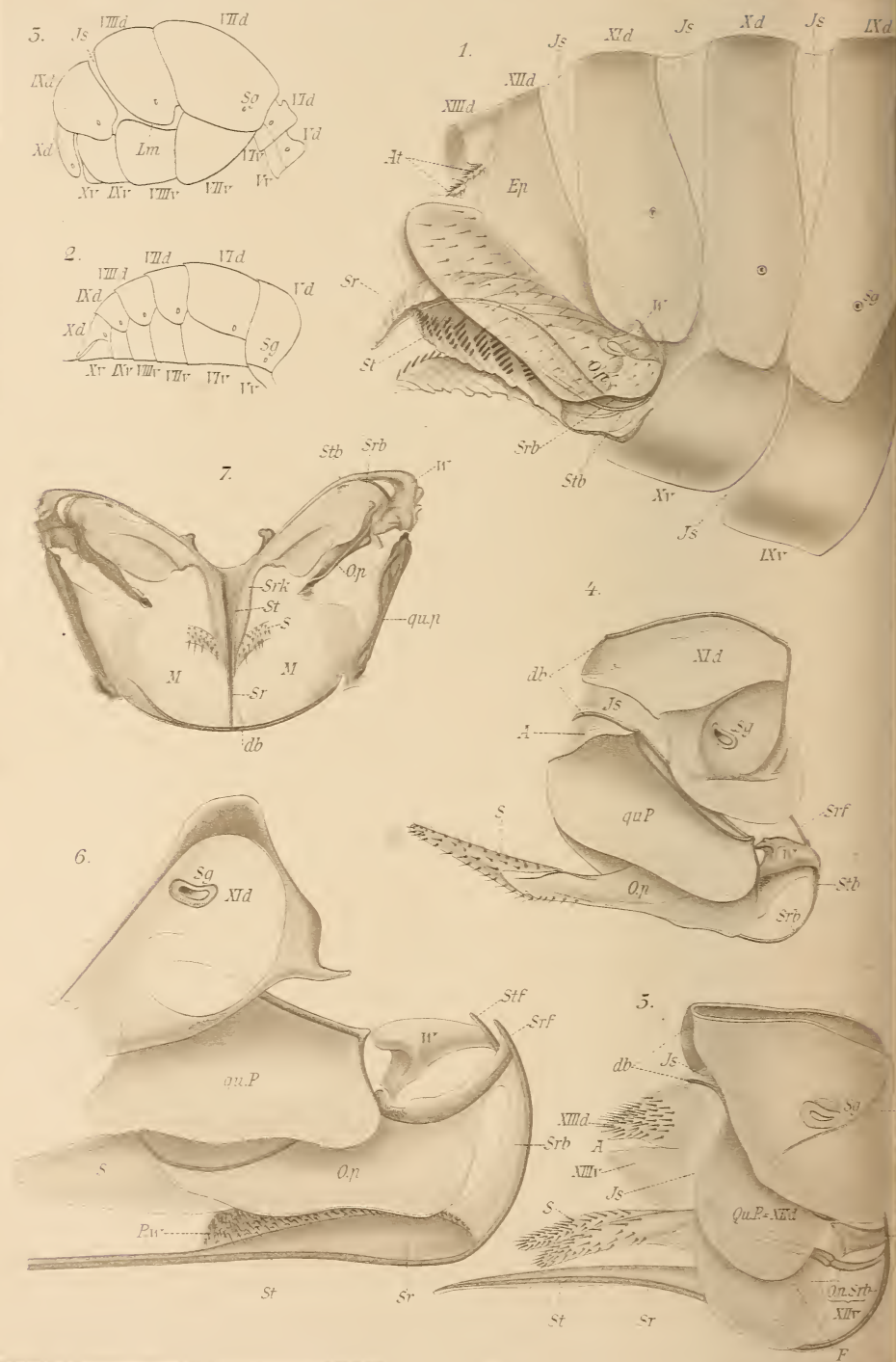
Buchstabenbezeichnung:

<i>A</i> , After;	<i>db</i> , dorsale Verbindung;
<i>At</i> , Analtaster;	<i>Ep</i> , Epipygium;
<i>Cs</i> , Chitinsaum;	<i>F</i> , Furcula;

<i>Gg.</i> , Giftdrüsenangang;	<i>Sg.</i> , Stigma;
<i>Is.</i> , Intersegmentalmembran;	<i>Sl.</i> , Seitenrandleiste;
<i>L.</i> , Lamelle;	<i>Sr.</i> , Stachelrinne;
<i>Lf.</i> , Lateralfortsatz;	<i>Srb.</i> , Schienenbogen;
<i>Lm.</i> , Lateralmembran;	<i>Srf.</i> , Schienenbogenfortsatz;
<i>M.</i> , Membran;	<i>Srk.</i> , Rinnenkolben;
<i>N.</i> , tertiäre Verdickung der Körperhaut;	<i>St.</i> , Stechborste;
<i>Op.</i> , oblonge Platte;	<i>Stb.</i> , Stechborstenbogen;
<i>qu.P.</i> , quadratische Platte;	<i>Stf.</i> , Stechborstenbogenfortsatz;
<i>Rl.</i> , Randleiste;	<i>Vh.</i> , Präsegmentalhücker;
<i>Rw.</i> , Rinnenwulst;	<i>Vl.</i> , Präsegmentalleiste;
<i>S.</i> , Stachelscheide;	<i>W.</i> , Winkel.

Tafel XVIII und XIX.

- Fig. 1. *Hylotoma pagana*, Abdominalende. 25:1.
 Fig. 2. Skizze des Abdomens von *Vespa crabro*. 3:1.
 Fig. 3. Skizze des Abdomens von *Atta cephalotes*. 3:1.
 Rechte Hälfte des Stachelapparates von:
 Fig. 4. *Ammophila sabulosa*. 20:1.
 Fig. 5. *Vespa media*. 30:1.
 Fig. 6. *Apis mellifica*. 40:1.
 Fig. 7. Stachelapparat von *Atta cephalotes*, Ventralansicht. 25:1.
 Fig. 8. *Apis mellifica*, Bauchschuppen *VI—X*, rechte Hälfte. 10:1.
 Fig. 9. *Atta cephalotes*, Bauchschuppen *VIII—X*, rechte Hälfte. 10:1.
 Fig. 10. Linke Hälfte des Stachelapparates von *Chrysis fulgida*. 70:1.
 Fig. 11. Bauchschuppen *VI—X* von *Chrysis fulgida*. 12:1.
 Fig. 12. Oblonge Platte und Schienenbogenfortsatz von *Bombus*. 15:1.
 Fig. 13. Präsegmentalhücker der zehnten Bauchschuppe von *Bombus*. 15:1.
 Fig. 14. Linker Lateralfortsatz der zehnten Bauchschuppe von *Apis*. 160:1.
 Fig. 15. Winkel derselben Seite von *Apis*. 160:1.
 Fig. 16. Oblonge Platte derselben Seite von *Apis*. 80:1. * und † bezeichnen homologe Partien in den Fig. 14—16.
 Fig. 17. Beziehungen zwischen Gabelbein, Rinnenwulst und Stachelrinne, Längsschnitt. 40:1.
 Fig. 18. Linke Hälfte der Rückenschuppen und quadratische Platte von *Vespa crabro*. 10:1.
 Fig. 19. Rückenschuppen *VIII—X* von *Chrysis fulgida*. 12:1.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [66](#)

Autor(en)/Author(s): Zander Enoch

Artikel/Article: [Beiträge zur Morphologie des Stachelapparates der Hymenopteren. 289-334](#)