

# Die Pollensammelapparate der beinsammelnden Bienen.

Von

August Braue.

Mit Tafel I—IV und 26 Figuren im Text.

## Einleitung.

Als durch SPRENGELS epochemachendes Werk „Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und der Befruchtung der Blumen“ gegen Ende des 18. Jahrhunderts zum ersten Male auf die eigenartigen biologischen Beziehungen zwischen Blumen und Insekten hingewiesen wurde, war der Grundstein gelegt zu einer großen Zahl interessanter Untersuchungen, die sich mit diesen Beziehungen beschäftigten. Aber diese Untersuchungen galten hinsichtlich der Insekten in erster Linie den für die Auslösung des Bestäubungsmechanismus der Blumen so sehr wichtigen Mundwerkzeugen, wogegen die mit dem Pollensammeln verbundenen Anpassungserscheinungen an Körper und Beinen der bienenartigen Insekten nur gelegentlich eine etwas eingehendere Beachtung fanden. Und doch bieten auch sie eine Menge von interessanten Erscheinungen, allerdings vielleicht weniger im allgemeinen für das Wechselverhältnis zwischen Blumen und Insekten, als insbesondere für die Lebensverhältnisse der Bienen sowie für deren verwandtschaftliche Beziehungen, die vielleicht gleichzeitig dazu beitragen können, über die bisher noch zweifelhafte systematische Stellung dieser oder jener Bienengattung etwas mehr Klärung zu schaffen.

Die ersten und ältesten systematischen Einteilungen von JOHN RAY, RÉAUMUR, LINNÉ, SCOPOLI, DE GEER, FABRICIUS und JOHANNES ROEMER, die alle vor der bedeutsamen Entdeckung SPRENGELS (1793) erschienen, lassen eine Berücksichtigung des Pollensammelapparates noch ganz vermissen. Dasselbe gilt auch noch von der so eingehenden Systematik KIRBYS, die fast 10 Jahre später, im Jahre 1802, veröffentlicht wurde und die sich vor

allem auf die Beschaffenheit der Mundwerkzeuge gründet. Erst LATREILLE hebt in seinem letzten Werke einen wesentlichen Unterschied bei den Bienen in der Art und Weise des Pollensammelns scharf hervor, indem er bei den solitären Bienen (*Les Solitaires*) die „*Dasygastres*“ (Bauchsammler) von den „*Scopulipèdes*“ (Beinsammlern) trennt. Dasselbe tun die folgenden Forscher, LEPELETIER DE ST. FARGEAU, WESTWOOD und SMITH. Von wesentlicherem Einfluß auf die systematische Anordnung der Bienen wird der Pollensammelapparat jedoch erst bei den neueren Systematikern, vor allem bei FRIESE und SCHMIEDEKNECHT. SCHMIEDEKNECHTS Haupteinteilung, die sich stützt auf die Arbeiten von SCHENCK, sei im folgenden, soweit der Pollensammelapparat in Betracht kommt, kurz angeführt. Es sind drei Sektionen vorhanden: „*Apidae sociales*, *Apidae solitariae cellulas constructantes* und *Apidae parasiticae*“, und von diesen zerfällt die 2. Sektion in folgende Unterabteilungen:

A. *Podilegidae* (*Scopulipedes*, Beinsammler)

a) *Crurilegidae* (Schienensammler),

b) *Femorilegidae* (Schenkelsammler);

B. *Gastrilegidae* (*Dasygastreae*, Bauchsammler)

und C. *Pseudoparasitae* (zu denen er die Gattungen *Sphecodes* und *Prosopis* rechnet).

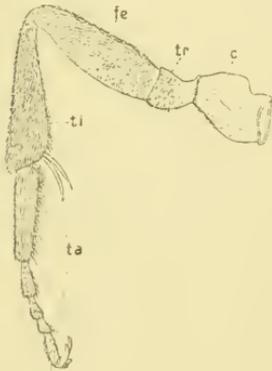
Aber eine Beschreibung der Sammelapparate wird zumeist nur insofern gegeben, als sie von Wichtigkeit für die Systematik ist: sie ist infolgedessen stets nur unvollkommen. Dasselbe gilt von allen anderen Beschreibungen dieser Art, die sich hin und wieder in der umfangreichen Bienenliteratur finden. Einige Abbildungen von Pollensammelapparaten brachte schon HERMANN MÜLLER; aber auch diese brachte er nur, um die große Mannigfaltigkeit der Anpassungserscheinungen der blumenbesuchenden Insekten zu demonstrieren; die Zeichnungen sind sehr primitiv und manchmal ungenau. Eine vergleichend morphologische Bearbeitung der Pollensammelapparate fehlt durchaus; im folgenden soll der Versuch einer solchen gegeben werden.

Die Anordnung des Stoffes bei der Beschreibung ergab sich naturgemäß durch ein Fortschreiten von einfach gebauten Typen zu komplizierten. Die Methode in der Erschließung der spezifisch pollensammelnden Einrichtungen bestand darin, daß das Hinterbein des Weibchens mit dem Hinterbein des niemals sammelnden Männchens verglichen wurde. Da der Grundaufbau des letzteren in Gestalt und Behaarung durchaus die gleiche ist

wie im weiblichen Geschlecht, an ihm aber natürlich keine zum Pollensammeln dienenden Einrichtungen sich entwickeln konnten, so mußte aus dem Vergleich der beiden unschwer der besondere Charakter der beim Weibchen auftretenden spezifischen Einrichtungen festzustellen sein. Das Mittelbein des Weibchens, das ich anfänglich auch zum Vergleich mit heranziehen wollte, ist weniger gut dazu geeignet, da es meist beim Sammeln mitbeteiligt ist und so ebenfalls mancherlei Umbildungen erfahren hat.

Was das Material anbelangt, so habe ich dieses zum größten Teile selbst während des Sommers 1910 und des Frühjahrs 1911 gefangen und direkt in 60%igem Alkohol konserviert. Das Material erwies sich so viel besser für die spätere Behandlung brauchbar, als das trockene Material, das mir in liebenswürdiger Weise von Herrn ALFKEN zur Ausfüllung der Lücken in der Reihe zur Verfügung gestellt wurde. Die Beine habe ich stets vorsichtig mit Pinzette und Messer vom Thorax getrennt. Bei manchen Präparaten, vor allem bei den trockenen, wurde dabei die Coxa meistens mehr oder weniger stark beschädigt. Die abgetrennten Beine wurden dann langsam aus dem 60%igen Alkohol in destilliertes Wasser, von diesem dann in eine übersättigte, reine wässrige Chlorklösung gebracht, in der sie je nach ihrer Größe und nach der Stärke der Pigmentierung von einem Tage bis zu mehreren Wochen verbleiben mußten, bis sie genügend gebleicht waren. Mit Kalilauge wurde keine bleibende Wirkung erzielt. Das Chlorwasser, das ich vor jedesmaligem Gebrauche frisch im chemischen Laboratorium durch Einwirkung von konzentrierter Salzsäure auf Braunstein bereitete und das ich stets sorgfältig von jeglichem Beigehalt an Salzsäure durch Durchleiten durch eine Kupfervitriollösung reinigte, mußte von Zeit zu Zeit erneuert werden. Die gebleichten Beine wurden dann in destilliertem Wasser wieder gehörig gewaschen, durch die steigende Alkoholreihe geführt, in Xylol aufgehellt und endlich in Kanadabalsam eingebettet. Um die Haare an dem Präparate möglichst in ihrer natürlichen Stellung und Lage zu erhalten, wurden regelmäßig zwischen Objektträger und Deckglas entsprechende Glasstäbchen als Stützen gelegt. Die Behandlung des trockenen Materials geschah ebenso, nur wurden die Beine direkt in die übersättigte Chlorklösung gebracht. Die so behandelten Objekte erwiesen sich meistens als brauchbar. Jedoch bei den Beinen, die mehr als 2 Wochen der Wirkung der Chlorklösung ausgesetzt waren, litt schließlich die Struktur der Haare etwas.

Ein normales Insektenbein (Textfig. 1) setzt sich aus einer bestimmten Anzahl verschiedener Glieder zusammen. Es beginnt oben am Thorax mit dem nur kurzen „Hüftglied“, der „Coxa“ (*c*), der ein ebenfalls nur kurzes und meist im proximalen Teile etwas gekrümmtes Glied folgt, das mit „Schenkelring“ oder „Trochanter“ (*tr.*) bezeichnet wird. Letzterer ist also hier bei den Bienen stets nur in der Einzahl vorhanden. Zwei langgestreckte Glieder schließen sich dem Trochanter an. Das erste dieser Glieder (das dritte der Reihe) ist für gewöhnlich zylindrisch und in der Mitte verdickt; man hat es „Schenkel“ oder „Femur“ (*fe*) genannt, während das folgende Glied in der Regel schlanker gebaut ist und „Schiene“ oder „Tibia“ (*ti*) heißt. Letztere trägt regelmäßig an der nach dem Körper zugekehrten Seite bei den Hinterbeinen zwei, bei den Mittelbeinen jedoch nur einen Sporn. Die letzten fünf Glieder werden unter dem gemeinschaftlichen Namen „Ferse“ oder „Tarsus“ (*ta*) zusammengefaßt; sie werden einzeln mit laufenden Zahlen, wie erstes, zweites, drittes usw. Tarsenglied bezeichnet. Das erste Tarsenglied, auch Metatarsus genannt, ist stets beträchtlich größer als die folgenden; das letzte trägt die beiden „Klauen“. Die Beine sind



Textfig. 1. Normales Insektenbein. Rehtes Hinterbein von *Prosopis confusa* Nyl. ♀. Vergr. 18:1.

zumeist, vor allem bei den hochentwickelten Formen, abgeplattet. Dadurch lassen sich zunächst zwei Seiten unterscheiden, die bisher bei den Beschreibungen Außen- und Innenseite genannt wurden. Da jedoch die Abplattung in der Weise geschieht, daß die Breitseiten schräg nach vorn (bzw. nach hinten) gerichtet sind, jedenfalls erheblich mehr nach vorn als nach außen, so bin ich von dieser Bezeichnung abgewichen und habe statt Außen- hier Vorder- und statt Innen- hier Hinterseite gesetzt. Die alte Bezeichnung wird von den Körbehensammlern (*Bombus* und *Apis*) übernommen worden sein, bei denen die Abplattung der sammelnden Glieder, also vor allem Tibia und erster Tarsus, in der Weise erfolgt, daß die Breitseiten direkt nach außen und innen gekehrt sind. Hier habe ich dann die alte Bezeichnung beibehalten.

Ebenso habe ich aus der Literatur die Bezeichnungen „Schiene- und Schenkelsammler“ übernommen. Zu den ersteren

sind alle die Arten zu rechnen, die beim Eintragen des Pollens sich ausschließlich der Schiene und des ersten Tarsengliedes bedienen, während die „Schenkelsammler“ außer diesen beiden Gliedern auch noch den Schenkel, den Trochanter und gar noch die Coxa mit heranziehen können.

## I. Beschreibende Darstellung der Pollensammelapparate nach ihrer aufsteigenden phyletischen Entwicklung.

### *Prosopis confusa* Nyl.

Als Ausgangsform der phylogenetischen Reihe ist ohne Zweifel die Gattung *Prosopis* zu betrachten, welche, da sie nur Nektar und keinen Blütenstaub einträgt, noch keinerlei Anpassungen an die Funktion des Pollensammelns zeigt. Deshalb sei zunächst als Typ eines ganz normalen Beines das Hinterbein von *Prosopis confusa* Nyl. ♀ ausführlich beschrieben.

Wenn wir von dem indifferent gestalteten Hinterbein des Männchens ausgehen, so gleicht das Mittelbein des Weibchens in Gestalt und Behaarung demselben noch fast vollkommen; das Hinterbein des Weibchens (Taf. I, Fig. 1) ist dagegen im Vergleich dazu bereits etwas modifiziert. So ist vor allem der Trochanter erheblich kürzer und breiter, die Tibia länger und der Metatarsus beträchtlich stärker entwickelt. Auch ist die ganze Behaarung etwas intensiver und regelmäßiger angeordnet.

In bezug auf die äußere Gestalt der einzelnen Glieder des Beines ist zunächst zu bemerken, daß Coxa, Trochanter und Femur in ihrem Durchschnitt nahezu kreisrund sind, also keine Kompression zeigen, wohingegen die Tibia und die Tarsenglieder in der bereits erwähnten Weise abgeplattet erscheinen. Die Tibia, welche diese Abplattung noch am wenigsten und zwar nur auf der Hinterseite zeigt, trägt an dieser Hinterseite zwei gezähnte Sporen, die vor allem zu Stützzwecken dienen. Ganz wesentlich stärker komprimiert sind die Tarsenglieder, vor allem das erste, das gleichzeitig beträchtlich länger und stärker ist als die übrigen.

Für die Behaarung des Beines gilt folgendes: Die Coxa ist nur auf der Vorderseite spärlich mit abwärts gerichteten, glatten Haaren besetzt, die am distalen Rande sich zu einem schwachen Kranze ordnen, hier auch etwas länger werden und ganz schwach

gefiedert sind. Der Trochanter wird rings herum von kleinen, glatten, schräg nach unten gerichteten Haaren umgeben, die auf der Vorderseite kürzer, dafür aber erheblich zahlreicher sind als auf der Hinterseite. Die nach vorn gerichtete Seite des Femurs ist dicht von winzig kleinen, schräg nach unten gestellten Härchen bestanden, die Hinterseite dagegen von spärlichen, aber beträchtlich längeren Haaren, die dann allerdings nach der Tibia hin wieder ständig an Größe ab- und an Dichte zunehmen. Die untere proximale Hälfte ist völlig frei von Haaren. Die Haare der Tibia sind auf der Vorderseite verhältnismäßig lang und schräg nach außen gestellt; sie verdichten sich unten an der Außenseite zu einem ganz schwach angedeuteten Schopf, der auch am Mittelbein des Weibchens und am Hinterbein des Männchens auftritt. An der Hinterseite sind die Haare wiederum außerordentlich klein, dicht und direkt abwärts gerichtet. Die Haare der Hinterseite des Metatarsus übertreffen diejenigen der Tibia noch erheblich an Feinheit und Dichte. Sie legen sich hier in schräger Richtung eng um das Glied herum. Die Vorderseite dagegen weist wieder längere und weniger dicht stehende, abwärts gerichtete Haare auf. Besonders auffallend ist endlich noch die an der Innenkante des Metatarsus befindliche Reihe kräftiger Borsten, die sich auf den nach hinten gerichteten Unterrand des Gliedes fortsetzt. Sie wiederholt sich später bei allen anderen Formen in mehr oder weniger stark ausgeprägter Weise, hat also ursprünglich mit dem Pollensammeln nichts zu schaffen, was durch ihr Auftreten beim Hinterbein des Männchens noch bestätigt wird. Ihre Funktion wird ebenso wie die der Sporen ursprünglich zu Stützzwecken dienen. Erst später werden die Borsten dann bei den sammelnden Arten gleichzeitig noch die Funktion des Abstreifens der Pollenmassen übernommen haben, was aus ihrer hohen Differenzierung bei den höher stehenden Formen gefolgert werden muß.

Die Anordnung der Behaarung auf der Hinterseite des Hinterbeines, die im Gegensatz zu der Behaarung des Mittelbeines und des Hinterbeines des Männchens einen auffallend bürstenartigen Charakter zeigt, möchte ich zurückführen ihrer Entstehung nach auf die Gewohnheit, das beim Blütenbesuch mit Pollen bestäubte Abdomen zu reinigen. Die beschriebene Anordnung wiederholt sich in ihren wesentlichen Zügen bei allen anderen Formen, findet sich also durch die ganze phylogenetische Reihe hindurch. Auch hier hat sie überall diese ursprüngliche Funktion der Reinigung des Abdomens noch beibehalten, wie mir

wiederholt Weibchen von Andrenen-Arten zeigten. Zugleich aber hat diese Behaarung bei den pollensammelnden Formen eine sehr viel wichtigere Aufgabe übernommen, nämlich das Abstreifen des Blütenstaubes, wodurch sie dann mannigfache Differenzierungen erfahren hat. Sie werden bei den verschiedenen Arten genauer besprochen werden.

Wenn nur allein der Bau und die Beschaffenheit der Hinterbeine der sammelnden Formen ohne Rücksicht auf andere Teile, die beim Sammeln beteiligt sind, zu betrachten wäre, so würde als erstes, sich unmittelbar an *Prosopis* anschließendes Glied der Reihe die Gattung *Systropha* anzuführen sein. Doch kommt dieser Gattung, da sie außer mit den Beinen vor allem noch mit den Seitenrändern des ganzen Abdomens sammelt, eine besondere Stellung zu; sie wird daher gesondert für sich außerhalb der Reihe besprochen werden.

Als einfachste Form der untersuchten bereits Pollensammelnden Arten ist

### *Ceratina cyanea* K.

zu nennen. Trotzdem aber ist der Sprung von *Prosopis* zu *Ceratina* doch schon ein ganz beträchtlicher, allerdings weniger in bezug auf die Gestalt der einzelnen Glieder als auf ihre Behaarung. Leider war es mir nicht möglich, von dieser Art das zugehörige Männchen zu bekommen, deshalb muß ich mich auf einen Vergleich mit dem Mittelbein des Weibchens beschränken.

Sämtliche Glieder beider Beine sind in gleicher Weise abgeplattet, am wenigsten Trochanter und Tibia, am stärksten der Metatarsus. Hinsichtlich der Unterschiede der Beine ist zunächst in der Gestalt hervorzuheben, daß die Coxa am Hinterbein erheblich stärker entwickelt ist, daß der Femur im Gegensatz zu der unregelmäßiger gestalteten, proximalwärts auffallend verdickten Form am Mittelbein hier ein mehr gleichmäßiges, säbelförmiges Aussehen zeigt und auf der Unterseite etwas ausgebogen erscheint. Die Tibia ist ebenfalls im Gegensatz zum Mittelbein erheblich länger als der Femur, besitzt nicht einen nach außen gerichteten, zahnartigen Fortsatz, wie ihn die Tibia des Mittelbeines aufweist, stellt vielmehr ein ziemlich gleichmäßig dickes, keulenförmiges Gebilde dar, das nur an der proximalen Ansatzstelle sich stark verdünnt. Das erste Tarsenglied ist im Gegensatz zu dem leicht gekrümmten Gliede des Mittelbeines gerade gestreckt und etwas stärker entwickelt.

Was die Behaarung anlangt, so sind beim Mittelbein Coxa und Trochanter nur schwach und nicht besonders bemerkenswert behaart. Etwas intensiver ist die Behaarung des Femurs, der auf der Hinterseite kleine und abwärts gerichtete, auf der Vorderseite hingegen etwas längere, weniger dichte und schräg nach unten gestellte Haare trägt. Die Tibia ist rings herum von längeren Haaren bewachsen, die auf der Vorderseite im Gegensatz zur Hinterseite weniger dicht und länger sind. Die innere Hälfte der Hinterseite ist haarfrei: sie wird nach der Innenseite zu begrenzt von einer Reihe besonderer, längerer Haare. Die Haare der Tibia werden an Länge noch übertroffen von den Haaren des ersten Tarsengliedes. Diese umgeben das ganze Glied, stehen auf der Hinterseite dichter als auf der Vorderseite und sind an der Innenkante borstenartig.

Beim Hinterbein (Taf. I, Fig. 2a u. 2b) sind zunächst Coxa und Trochanter erheblich stärker behaart als beim Mittelbein, besonders weist die Unterseite des Trochanters lange und gefiederte Haare auf. Die Oberseite ist haarfrei. Die Behaarung der Hinterseite des Femurs gleicht in großen Zügen dem entsprechenden Teile von *Prosopis confusa* Nyl. ♀, sie weicht nur insofern von dieser ab, als hier auch die untere proximale Hälfte nicht zu lange, glatte Haare trägt und als die Haare bei dem Übergang auf die Unterseite schließlich lang und borstenartig werden, eine erste Anpassung ans Abstreifen des Blütenstaubes. Sämtliche Haare der Hinterseite sind glatt. Die Haare der Oberseite hingegen sind gefiedert: sie legen sich regelmäßig um das Glied herum auf die Vorderseite hinüber, die dann von ähnlichen, gefiederten und langen Haaren bestellt ist. Sämtlich nach unten herabhängend, dienen sie ebenso wie die Haare der Unterseite des Trochanters zum Eintragen des Blütenstaubes. Die Hinterseite der Tibia ist wieder von feinen und glatten, abwärts gerichteten Haaren bedeckt; sie wird wie die Hinterseite des Femurs wieder als Bürste fungieren. Die Innen- und Vorderseite dagegen, vor allem erstere, sind von langen, ganz eigenartig differenzierten Haaren bestellt, welche nach oben vier bis fünf große, lange Seitenäste abgeben (vgl. in dem Kapitel „Haarformen“ den Typus V b); dabei legen sich die Haare mit großer Regelmäßigkeit schräg um das Glied herum. Nach außen hin in der Zahl ihrer Seitenäste langsam abnehmend, werden die Haare schließlich an der Außenkante selbst glatt, sind hier also nicht mehr verästelt. Der Übergang von diesen langen und glatten Haaren zu den kleinen

und glatten Härchen auf der Hinterseite erfolgt plötzlich und unvermittelt, ohne Zwischenstufen. Das erste Tarsenglied endlich zeigt auf der Hinterseite im Gegensatz zur Vorderseite, deren Haare lang und spärlich sind, zahlreiche, etwas schräg nach unten gestellte, nicht zu lange Haare, die an den Seitenkanten allmählich länger, unten und nach innen zu lang und borstenartig werden. Das ganze Glied, besonders die Hinterseite, dient als Bürste.

Die Anpassung an das Pollensammeln ist also hier schon ganz klar ausgeprägt. Im Vergleich zu der Ausgangsform, wie sie *Prosopis* darstellt, haben eine Umänderung zunächst in bezug auf die Gestalt nur der Femur und die Tibia erlitten. Ersterer ist etwas stärker, dann vor allem aber säbelartig und schwach nach oben gekrümmt. Letztere ist ebenfalls stärker ausgebildet, zudem etwas länger und mehr gleichmäßig verbreitert, also nicht mehr kegelförmig gestaltet. Wesentlich ist, daß das erste Tarsenglied noch keine Umänderung erfahren hat. Ganz anders aber verhält es sich, wie aus obiger Beschreibung hervorgeht, mit der Behaarung, vor allem mit der der Vorderseite, die sich zu einer besonderen, zum Eintragen des Pollens dienenden Vorrichtung zusammengeschlossen hat. Die Hinterseite gleicht im wesentlichen in der Behaarung und Funktion noch der von *Prosopis confusa* Nyl. ♀, jedoch kommt als neues und sehr wesentliches Moment noch hinzu, daß sie gleichzeitig das Abbürsten des Blütenstaubes übernommen hat.

*Ceratina cyanea* K. ♀ gehört also zu den Schenkelsammlern. Ich habe sie in der Reihe niedriger gestellt als die folgenden Schienensammler, da ich von der Annahme ausgehe, daß die ursprünglichste Anpassung an das Pollensammeln doch wohl in einer einfachen stärkeren Behaarung sämtlicher Glieder bestanden haben wird und daß dann die weiteren, auf besondere Abschnitte konzentrierten Differenzierungen erst später entstanden sind.

So nimmt *Ceratina*, was die Ausbildung des Pollensammelapparates anbetrifft, die einfachste Stufe ein, im Gegensatz merkwürdigerweise zu den Mundteilen, die nach DEMOLL „sehr an die der höchstentwickelten Beinsammler (*Anthophora*, *Eucera*) erinnern“.

An die Gattung *Ceratina* schließt sich die Gattung *Dufourea* an, von der ich als Beispiel die Art

***Dufourea vulgaris* Schenck**

untersuchte, von der mir auch das Männchen zugänglich war.

Das Hinterbein des Männchens (Textfig. 2a) zeigt sowohl in der Gestalt der Glieder wie in ihrer Behaarung ziemlich einfache Verhältnisse.

Sämtliche Glieder sind schwach, der erste Tarsus stark abgeplattet. Im Gegensatz zur Coxa ist der Trochanter nur schwach entwickelt und proximalwärts nach oben gekrümmt. Der Femur erhält durch seine starke mittlere Ausbuchtung eine plumpe Form, wohingegen die besonders im distalen Ende stark keulenförmig ausgezogene Tibia schlanker erscheint. Sie übertrifft an Länge den Femur und trägt an der proximalen Ansatzstelle eine nach außen gerichtete, mit winzig kleinen, steifen Haaren besetzte ovale Platte. Der langgestreckte und schmale Metatarsus ist etwas nach innen gekrümmt.

Coxa, Trochanter und vor allem der Femur weisen eine nur schwache und ganz unregelmäßige Behaarung auf. Nur



Textfig. 2a. *Dufourea vulgaris*  
Schenck ♂. Rechtes Hinterbein  
(Vorderansicht). Vergr. 18:1.

Textfig. 2b. *Dufourea vulgaris*  
Schenck ♀. Rechtes Mittelbein  
(Hinteransicht). Vergr. 18:1.

oberhalb der ovalen Platte der Tibia ordnen sich die Haare des letzteren zu einem kleinen Büschel. Die Tibia selbst ist ringsherum in gleichmäßiger Dichte von nicht zu langen Haaren umgeben, die auf der Vorderseite im Gegensatz zur Hinterseite schwach verästelt oder gefiedert und schräg abwärts gerichtet sind, indem sie sich gleichzeitig ein wenig schräg um das Glied herumlegen. Das erste Tarsenglied trägt auf der Vorderseite nur wenige, abwärts verlaufende Haare, die an der Innenkante wieder borstenartig werden. Die Haare der Hinterseite dagegen sind schräg abwärts gerichtet, stehen in weitaus größerer Dichte und legen sich dem Gliede regelmäßig an.

**Das Mittelbein** von *Dufourea vulgaris* Schenck ♀ (Textfig. 2 b) unterscheidet sich vom Hinterbein des Männchens zunächst durch den gedrungenen Bau der einzelnen Glieder und dann durch ihre regelmäßigere Behaarung. Dagegen gleicht es in der Gestalt im wesentlichen dem entsprechenden Beine von *Ceratina cyanea* K. ♀, während es in der Behaarung von diesem etwas abweicht. So tritt unten am Femur eine Reihe von längeren Haaren auf, an die sich auf der Vorderseite eine vollkommen kahle Stelle anschließt. Vor allem aber sind sämtliche Haare, im Gegensatz zu *Ceratina* besonders die der Hinterseite des ersten Tarsengliedes, straffer und mehr büstenartig angeordnet. Und in der Tat verdankt diese Anordnung ihre Entstehung der Funktion des Abstreifens des Blütenstaubes, wodurch das Mittelbein eine wesentliche Ergänzung des Pollensammelapparates bildet, indem es in ähnlicher Weise wie die Hinterseite des Hinterbeines den Blütenstaub abstreifen hilft. Das gilt auch bereits von *Ceratina*, tritt bei dieser Gattung jedoch nicht so deutlich in die Erscheinung wie bei *Dufourea*.

**Das Hinterbein** von *Dufourea vulgaris* Schenck ♀ (Taf. I, Fig. 3) endlich zeigt folgendes Aussehen.

Die Coxa ist im Vergleich zum Hinterbein des Männchens auffallend lang und fast überall gleich stark entwickelt, der Trochanter ähnlich wie beim Männchen nur kurz und proximalwärts nach oben gekrümmt. Die schon bei *Ceratina cyanea* K. ♀ auftretende säbelartige Krümmung des Femurs ist hier in noch etwas stärkerem Maße ausgeprägt. Die Tibia gleicht in ihrer Gestalt ganz der Hintertibia des Männchens, ist jedoch im Gegensatz zu dieser fast um das  $1\frac{1}{2}$  fache größer. Auch ist an ihr die ovale Platte erheblich stärker entwickelt. Umgekehrt ist der Metatarsus nicht ganz so lang wie beim männlichen Hinterbein; dafür hat er jedoch an Breite beträchtlich zugenommen.

Im Gegensatz zum Hinterbein des Männchens sind Coxa, Trochanter und Femur weitaus regelmäßiger behaart. Während die Coxa vor allem auf der Vorderseite lange und abwärts gerichtete Haare trägt und ihre Hinterseite haarlos ist, ist der Trochanter vorn, hinten und unten gleichmäßig von längeren und herabhängenden Haaren bedeckt, die, wie bei *Ceratina*, beim Eintragen mitwirken. Auch der Femur ist auf der Vorder- und Oberseite genau in derselben Weise behaart wie bei *Ceratina*; dagegen ist die Hinterseite oben fast haarlos und unten von wenigen herabhängenden, langen Haaren bestanden. Die langen

und sich regelmäßig schräg um die Tibia herumlegenden Haare der Vorderseite sind nicht verästelt wie bei *Ceratina*. Auf der Hinterseite sind sie weniger lang und abwärts gerichtet; auch erfolgt der Übergang von den längeren Haaren der Vorderseite zu den kürzeren Haaren der Hinterseite nicht ganz so plötzlich. Die ovale Platte trägt entsprechend dem Männchen winzig kleine Härchen. Die Behaarung des ersten Tarsengliedes gleicht in ihrer Anordnung ganz dem entsprechenden Gliede des männlichen Hinterbeines, sie weicht von diesem nur insofern ab, als sämtliche Haare erheblich straffer und länger und die Borsten an der Innenkante wesentlich stärker ausgeprägt sind.

*Dufourea vulgaris* Schenk ♀ gehört demnach ebenfalls wie *Ceratina* zu den Schenkelsammlern; sie benutzt beim Eintragen vor allem die Vorderseiten der Tibia, des Femurs und des Trochanters. In der Ausbildung ihres Pollensammelapparates steht sie höher als die Gattung *Ceratina*, zunächst weil die dort angedeutete säbelartige Krümmung des Femurs hier erheblich vorgeschritten ist. Daß letztere eine Anpassung ans Pollensammeln darstellt, erhellt noch daraus, daß sie dem Männchen fehlt. Dann ist die Tibia ganz erheblich länger, länger als beim Hinterbein des Männchens und länger als beim Weibchen von *Ceratina*, was also auch ein Fortschreiten in der Anpassung ist. Der wesentlichste Fortschritt gegenüber der vorhergehenden Art ist aber endlich der, daß der erste Tarsus hier zum ersten Male verbreitert ist. Da im Verein mit dieser Verbreiterung das Glied, vor allem auf seiner Hinterseite, gleichzeitig eine wesentlich straffere, bürstenähnliche Behaarung zeigt und da es zum Eintragen des Pollens in keiner Weise mit herangezogen wird, so stellt diese Erscheinung zweifellos eine höhere Anpassung ans Abbürsten des Blütenstanbes dar.

Weiter differenziert ist der Sammelapparat von

### ***Camptopoeum frontale* F. ♀.**

Auch von dieser Art war mir das Männchen nicht zugänglich, so daß ich mich wiederum auf einen Vergleich mit dem Mittelbein beschränken mußte.

**Das Mittelbein** von *Camptopoeum frontale* F. ♀. (Textfigur 3.)

Sämtliche Glieder sind abgeplattet, der Femur und die Tibia am wenigsten. Coxa, Trochanter, Femur und Tibia gleichen in großen ganzen in ihrer Gestalt wie auch in ihrer Behaarung dem

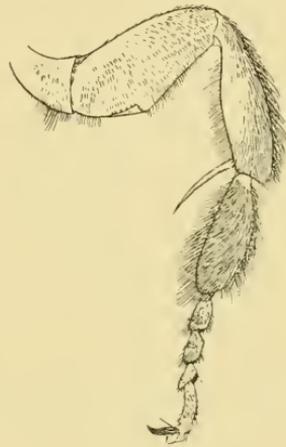
Mittelbeine der eben beschriebenen Art *Dufourea vulgaris*. Abweichend ist nur, daß der Femur proximalwärts auf der Unterseite eine ganz eigenartige Einbuchtung zeigt, daß seine ganze Vorderseite fast frei von Haaren ist und daß die Haare der Tibia, besonders die der Außenseite und des distalen Endes der Hinterseite länger und dichter gestellt sind. Wesentlich anders aber sieht im Gegensatz zu *Dufourea* das erste Tarsenglied aus, welches eine solch beträchtliche Verbreiterung erfahren hat, daß sein Durchmesser dem der Tibia gleichkommt. Zudem ist auch die Behaarung der Hinterseite dieses Gliedes im Gegensatz zur spärlichen Behaarung der Vorderseite ganz außerordentlich stark und regelmäßig ausgeprägt, so daß die Anpassung dieses Beines an das Abstreifen des Blütenstaubes wesentlich höher als bei den bisher beschriebenen Formen ist.

Ganz anders sieht das **Hinterbein** (Taf. I, Fig. 4) aus, das im Gegensatz zum Mittelbein erheblich schlanker ist und dessen Glieder stärker abgeplattet sind.

Während hinsichtlich ihrer Gestalt die Coxa und der Trochanter den entsprechenden Gliedern von *Dufourea vulgaris* ♀ gleichen, zeigt der Femur nicht jene säbelartige Krümmung. Er ist vielmehr gerade, fast zylindrisch und proximalwärts etwas ausgebaucht.

Außergewöhnlich lang und schmal ist die etwas nach außen gekrümmte Tibia, welche, an ihrem proximalen Ende mit einer mächtig ausgeprägten ovalen Platte beginnend, nach unten hin langsam und regelmäßig an Breite zunimmt und die doppelte Länge des Femurs erreicht. Der Metatarsus endlich hat ebenfalls eine Verbreiterung erfahren, die zwar bei weitem nicht so stark wie beim Mittelbein ausgeprägt ist, die jedoch im Verhältnis die Verbreiterung des Tarsengliedes von *Dufourea* fast um das Doppelte übertrifft.

Coxa und Trochanter sind spärlich und ohne Regelmäßigkeit behaart. Die Vorderseiten des Trochanters und des Femurs erscheinen mit bloßem Auge betrachtet haarlos; erst bei stärkerer Vergrößerung erkennt man überall in gleichmäßiger Dichte winzig



Textfig. 3. *Camptopoeum frontale* F. ♀. Rechtes Mittelbein (Hinteransicht).  
Vergr. 18:1.

kleine Härchen. Auf der Oberseite und an dem distalen Ende des Femurs werden die Haare länger und mit bloßem Auge sichtbar; sie ordnen sich oberhalb der Tibia zu einem starken Schopfe, der bis auf die Vorderseite hinunterreicht und so die etwas schräg nach vorn gerichtete ovale Platte der Tibia überdeckt. Die Hinterseite trägt nur in ihrer mittleren Region lange und glatte Haare, die distalwärts langsam und regelmäßig an Größe ab-, an Dichte aber zunehmen und die durch ihre Anordnung wieder schwach bürstenartigen Charakter zeigen. Die Behaarung der Tibia ist ähnlich der von *Dufourea*; die langen und dichten Haare der Innen- und Vorderseite legen sich, hier allerdings in größerer Dichte, schräg um das Glied herum, und die kurzen und glatten Haare der Hinterseite liegen, direkt abwärts gerichtet, dem Gliede eng an. Das erste Tarsenglied endlich, das in der Anordnung seiner Haare ebenfalls sehr dem entsprechenden Gliede von *Dufourea* gleicht, unterscheidet sich von dieser Art zunächst durch die größere Dichte und Länge der Haare und dann vor allem durch das Auftreten eines an der Außenkante befindlichen Schopfes. Auch sind die Borsten der Innenkante stärker und wesentlich länger.

Schon aus der Behaarung folgt ohne weiteres, daß Coxa und Trochanter, vor allem aber der Femur am Eintragen des Pollens nicht beteiligt sein können. Das Vorhandensein der winzig kleinen Härchen auf der Vorderseite des letzteren neben den längeren Haaren auf seiner Oberseite scheint meine Annahme zu bestätigen, daß die ursprünglichste Anpassung ans Pollensammeln in einer einfachen stärkeren Behaarung sämtlicher Glieder bestanden haben wird und daß die Schienensammler erst durch Differenzierung aus diesen primitiven Schenkelsammlern entstanden sind. *Camptopoeum frontale* F. ♀. gehört zu den Schienensammlern. Die außerordentliche Verlängerung der Tibia und die Verbreiterung und Vergrößerung des Metatarsus veranlaßte die Reduktion des Sammelapparates auf diese beiden Glieder; die Sammelhaare am Femur wurden langsam zu jenen winzigen Härchen rückgebildet, und nur auf der Oberseite haben sich noch Reste der Sammelhaare erhalten. Deutlicher noch tritt dies bei der später beschriebenen Art *Meliturga clavicornis* Latr. ♀ zutage.

Mit dem Nichtgebrauch des Femurs beim Sammeln ist auch das säbelartige Aussehen dieses Gliedes wieder verschwunden. Auch ist die Hinterseite des Beines im Verhältnis nicht so stark bürstenartig ausgeprägt wie bei *Dufourea*, da die Bürstentätig-

keit in der Hauptsache vom Mittelbein übernommen worden ist. Aber doch steht *Camptopoeum frontale* F. ♀ höher als *Dufourea*, da die außerordentliche Verlängerung der Tibia und die Verbreiterung des Metatarsus im Verein mit der stärkeren Behaarung beider Glieder den Nichtgebrauch des Trochanters und Femurs nicht nur ausgleicht, sondern die Tätigkeit jener Teile an Wirksamkeit noch übertrifft.

Auf gleiche Stufe mit *Camptopoeum frontale* F. ♀ ist

### *Panurginus montanus* Gir. ♀

zu stellen. Die Ähnlichkeit in ihren Sammelapparaten erstreckt sich nicht nur auf die Hinterbeine, sondern selbst auf die Mittelbeine, und nur in ganz geringen Unterschieden weichen beide von der eben beschriebenen Form ab. Und zwar ist beim **Hinterbein des Weibchens** (Taf. I, Fig. 5) die Gestalt des Femurs etwas schlanker und die büstenartige Anordnung der Haare auf der Hinterseite dieses Gliedes besser ausgeprägt und auf die untere Hälfte verschoben. Statt dessen ist dann die Tibia im Verhältnis nicht ganz so lang, der Metatarsus dagegen eine Kleinigkeit breiter als bei *Camptopoeum*. Die Bürstentätigkeit wird bei *Panurginus* ♀ eben wieder weniger durch das Mittel- als durch das Hinterbein verrichtet, wodurch ersteres zum Unterschied von *Camptopoeum* an Breite des Tarsengliedes eingebüßt hat, zugunsten des ersten Tarsengliedes des Hinterbeines, das daher breiter und zudem stärker behaart ist als bei der vorhergehenden Art.

Im wesentlichen noch ähnliche Verhältnisse zeigt der um eine Stufe höher stehende Sammelapparat von

### *Meliturga clavicornis* Latr. ♀

Das **Hinterbein des Männchens** (Textfig. 4) ist derartig stark abgeplattet, daß sämtliche Glieder mit Ausnahme der Coxa wie schmale Platten erscheinen. Im übrigen ist hinsichtlich der Gestalt der einzelnen Glieder nur beachtenswert, daß der Femur und mehr noch die Tibia bei verhältnismäßig geringer Stärke außerordentlich langgestreckt sind. Bei letzterer ist außerdem die Außenkante merkwürdig gezähnt, was vielleicht bei der Begattung irgendeine Rolle spielen dürfte. Die ovale Platte ist nur schwach entwickelt. Der Metatarsus endlich hat in seiner proximalen Hälfte eine Verbreiterung erfahren, die dann nach dem distalen Ende hin wieder langsam verschwindet.

Während Coxa, Trochanter und die Vorderseite des Femurs unregelmäßig, doch in ziemlicher Dichte mit langen und nach hinten gerichteten Haaren bewachsen sind, zeichnet sich die Hinterseite des Femurs durch eine in der Mitte verlaufende Reihe abwärts gerichteter Haare aus, die oben in eine knopfartige Verdickung auslaufen. Nach dem distalen Ende des Femurs hin nehmen diese Haare an Größe ab, an Dicke zu, sind hier nicht mehr in einer Reihe angeordnet, stehen vielmehr in unregelmäßiger dichter Lagerung auf der ganzen oberen Hälfte. Der Büschel am



Textfig. 4. *Meliturga clavicornis*  
Latr. ♂. Rechtes Hinterbein (Hinter-  
ansicht). Vergr.  $8\frac{2}{3}:1$ .

distalen Ende des Femurs oberhalb der ovalen Platte, ferner der diese Platte umgebende Haarkranz und endlich auch die ganze Haarbekleidung des ersten Drittels der Hinterseite der Tibia besteht aus ebensolchen, mit einem Knopfe versehenen Haaren. Im Gegensatz zum Femur sind der übrige Teil der Tibia und der ganze Metatarsus von nur winzig kleinen Haaren bewachsen, die an ersterer auf der Hinterseite direkt abwärts, auf der Vorderseite schräg nach unten verlaufen und die an letzterem ebenso angeordnet sind wie bei *Dufourea vulgaris* ♂.

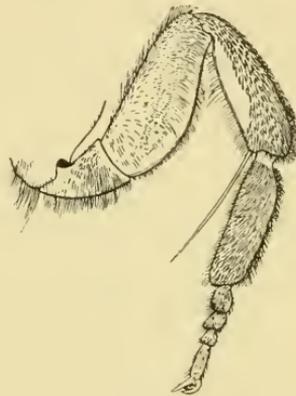
Die eben erwähnten, mit einem Knopfe versehenen Haare führen in ihrem Inneren in der Mitte einen deutlich sichtbaren Kanal, so daß die Möglichkeit naheliegt, daß sie der Absonderung eines bestimmten, vielleicht mit einem besonderen Dufte versehenen Sekretes dienen, welches zur Anlockung des Weibchens bestimmt ist. Nachprüfen konnte ich diese Vermutung deshalb nicht, weil ich von *Meliturga clavicornis* nur trockenes Material zur Verfügung hatte. Die Ausflußöffnung dieses Sekretes wird jedenfalls in der eigenartigen Verdickung an der Spitze der Haare zu finden sein. Leider hatten die Haare an dem Präparate durch die Vorbehandlung etwas gelitten, so daß ich eine solche Öffnung nicht mit Sicherheit erkennen konnte. Doch wäre ja auch möglich

daß die Sekretflüssigkeit durch Poren von winziger Größe in dieser Verdickung nach außen gelangt.

Das Mittelbein des Weibchens (Textfig. 5) gleicht sowohl in der Gestalt der Glieder wie auch in ihrer Behaarung sehr dem Mittelbeine von *Camptopoeum* und *Panurginus*, läßt jedoch in weit stärkerem Maße erkennen, daß es beim Abbürsten des Blütenstaubes beteiligt sein muß. Und zwar erstreckt sich die so eigenartige starke Verbreiterung des ersten Tarsengliedes auch auf die anderen Tarsenglieder; außerdem sind die Bürstenhaare der Hinterseite dieser Glieder zu starken Borsten umgewandelt, die in dem unteren Drittel des Metatarsus besonders stark werden und zudem auffallend gekrümmt sind.

Das Hinterbein des Weibchens (Taf. I, Fig. 6) ähnelt hinsichtlich der Gestalt der Glieder in vieler Beziehung dem Hinterbein des Männchens, doch ist die Abplattung der Glieder nicht ganz so stark ausgeprägt. Auch ist die Coxa größer, der Trochanter kürzer und stärker, vor allem aber der Femur bei weitem nicht so lang gestreckt, vielmehr kurz und plump. Die Tibia, oben mit ovaler Platte versehen, ist ebenso wie bei *Camptopoeum* und *Panurginus* nach außen säbelartig gekrümmt. Im Gegensatz zum Männchen hat jedoch vor allem der Metatarsus eine außerordentlich starke Verbreiterung erfahren. An seinem distalen Ende läuft er in eine nach außen gerichtete Spitze aus, neben der seitlich die übrigen, nicht verbreiterten Tarsenglieder einsetzen.

Groß ist im Vergleich zum Hinterbein des Männchens der Unterschied in der Behaarung, die jedoch, vor allem in ihrer Anordnung, im wesentlichen der von *Camptopoeum* oder *Panurginus* gleicht. Die Coxa ist vor allem auf der Unterseite von längeren Haaren besetzt. Die Haare des Trochanters sind auf der Vorderseite, genau wie bei *Camptopoeum*, winzig klein, auf der Hinterseite etwas länger. Die obere Hälfte der Vorderseite des Femurs zeigt noch die Reste ursprünglicher Sammelhaare als lange und schwach gefiederte Haare, die sich oberhalb der Platte zu einem dichten Schopfe anordnen. Auf



Textfig. 5. *Meliturga clavicornis* Latr. ♀. Rechtes Mittelbein (Hinteransicht).  
Vergr.  $8\frac{2}{3} : 1$ .

der unteren Hälfte der Vorderseite des Femurs sind die Haare jedoch wieder zu jenen winzig kleinen, mit bloßem Auge nicht sichtbaren Härchen reduziert. Die bürstenartige Anordnung der Haare auf der Hinterseite dieses Gliedes gleicht fast genau der von *Ceratina cyanea* K. ♀, ist also im Vergleich zu *Camptopoeum* und *Panurginus* stärker ausgeprägt, da sie sich auf die ganze Hinterseite erstreckt. Während die Hinterseite der Tibia, im Gegensatz zu den beiden vorhergehenden Arten, von kleineren und schwächeren Haaren bestanden ist, die infolgedessen kaum noch als Bürstenhaare in Betracht kommen, ist die Vorderseite von auffallend dicken, stark borstenartigen Haaren bekleidet, die sich in großer Regelmäßigkeit schräg um das Glied herumlegen. Etwas weniger lang, doch nicht minder borstenartig sind die dichten Haare der Vorderseite des Metatarsus: nur an dem distalen Ende der Außenkante verlieren sie langsam ihren borstenartigen Charakter und bilden hier ähnlich wie bei *Camptopoeum* einen allerdings weniger stark ausgeprägten Schopf. Die Bürstenhaare der Hinterseite dieses Gliedes sind zwar auch noch borstenartig, stehen jedoch denen der Vorderseite an Stärke erheblich nach.

*Meliturga clavicornis* Latr. ♀ gehört also zu den Schienensammlern, sie sammelt mit der Tibia und dann vor allem auch, abweichend von *Camptopoeum* und *Panurginus*, mit der Vorderseite des Metatarsus. Die Verbreiterung dieses Gliedes wird in diesem Falle also in erster Linie dem Eintragen der Pollenmassen zuzuschreiben sein, weniger dem Abstreifen des Blütenstaubes, denn der bürstenartige Charakter der Hinterseite ist infolge der kleineren Haare nicht sehr wesentlich ausgeprägt. Dasselbe gilt von der Hinterseite der Tibia. Die Funktion der Bürste ist hier eben in der Hauptsache vom Mittelbeine übernommen worden, wodurch die starken Verbreiterungen sämtlicher Tarsenglieder dieses Mittelbeines mit ihrer borstenartigen Behaarung ihre Erklärung finden.

*Meliturga clavicornis* Latr. ♀ steht höher als *Camptopoeum* und *Panurginus* zunächst wegen der vorgeschrittenen starken Verbreiterung des ersten Tarsengliedes. Dem stärker ausgeprägten bürstenartigen Charakter des Femurs steht gegenüber die weniger starke Entwicklung der Bürstenhaare an Tibia und dem ersten Tarsus. Der wesentlichste Fortschritt aber besteht noch darin, daß *Meliturga* ♀ den eingesammelten Pollen durch Anfeuchtung dicht zu einem Klumpen zusammenballt, der dann von den starken Borsten der Tibia und des ersten Tarsengliedes

getragen wird. Durch diese letztere Sammeltätigkeit zeigt *Meliturga* ♀ enge verwandtschaftliche Beziehungen zu den später beschriebenen Gattungen *Eucera*, *Melitta*, *Macropis* und *Anthophora*, während in dem Bau des Pollensammelapparates diese vier Gattungen von der eben betrachteten ganz erheblich abweichen.

Ungefähr auf die gleiche Stufe, um ein Weniges höher nur als *Meliturga clavicornis* Latr. ♀ ist die Gattung *Rhophites* zu stellen, von der ich die Art

### ***Rhophites quinquespinosus* Spin. ♀**

untersuchte. Das Männchen fehlte mir.

Das **Mittelbein des Weibchens** weicht wiederum in dem Bau der einzelnen Glieder wie auch in der Anordnung der Behaarung nur unwesentlich von der vorherbeschriebenen Art *Meliturga clavicornis* Latr. ♀ ab. Im Gegensatz zu dieser ist bei *Rhophites* zunächst hinsichtlich der Gestalt der Femur etwas kürzer und plumper, der Metatarsus etwas schmaler. Die übrigen Tarsenglieder sind zwar auch breiter als die eines normalen Beines, erreichen jedoch nicht die Breite wie bei *Meliturga*.

Hinsichtlich der Behaarung ist als abweichend von *Meliturga* vor allem zu erwähnen, daß die Haare der Hinterseite des Femurs länger, die der Vorderseite des Metatarsus stark gefiedert und daß die Haare der Hinterseite dieses Gliedes etwas weniger dicht gestellt und nicht so stark borstenartig entwickelt sind. Bei den übrigen Tarsengliedern endlich haben sich die Borsten nur noch am distalen Rande der Hinterseite in starker Ausbildung erhalten. Der bürstenartige Charakter des Mittelbeines ist also weniger stark ausgeprägt, zugunsten des Hinterbeines, dessen Hinterseite daher wieder in stärkerem Maße bürstenartig behaart ist als bei *Meliturga* ♀.

Das **Hinterbein des Weibchens** (Taf. I, Fig. 7) zeigt im Bau der Coxa, des Trochanters und des Femurs ähnliche Verhältnisse wie *Meliturga*, mit dem geringen Unterschiede, daß die Coxa nicht ganz so breit, der Trochanter etwas stärker gekrümmt ist und daß der Femur an seinem distalen Ende auf der Unterseite eine ganz schwache Einbuchtung zeigt. Eine Umgestaltung hat vor allem die Tibia erlitten, denn sie ist im Gegensatz zu *Meliturga* bei weitem nicht so lang und schmal und säbelartig nach außen gekrümmt, sondern ausgeprägt keulenförmig, beginnt oben schwach mit einer mächtig entwickelten ovalen Platte, nimmt dann schnell und stetig an Breite zu und erreicht ihre größte Stärke in dem

letzten Drittel ihrer Länge. Der Metatarsus zeichnet sich wieder wie bei *Meliturga* durch seine beträchtliche Breite aus. Überall gleich stark, läuft er unten an der Außenseite neben der Einsatzstelle des nächsten Tarsengliedes in eine nackte und starke, zahnartige Spitze aus. Die übrigen Tarsenglieder sind normal, also nicht verbreitert.

Der Pollensammelapparat ist infolge der starken Behaarung an fast sämtlichen Gliedern, besonders an der Tibia und am ersten Tarsengliede, kräftig entwickelt. Die Vorderseiten von Coxa, Trochanter und Femur tragen in verhältnismäßig gleich starker Dichte lange und herabhängende Haare, die sämtlich dem Eintragen des Blütenstaubes dienen. Die Hinterseite der Coxa ist fast haarlos, die des Trochanters spärlich von kleinen und glatten, abwärts gerichteten Haaren besetzt. Die obere Hälfte der Hinterseite des Femurs ist bürstenartig behaart; proximalwärts sind die Haare wieder spärlicher und länger als distalwärts. Oberhalb der Platte liegt ein mächtig entwickelter Schopf. Die Hinterseiten der Tibia und des Metatarsus sind in gleicher Weise von kurzen, glatten, bürstenartigen Haaren besetzt, die an ersterer wieder direkt abwärts, an letzterem schräg nach unten gerichtet sind. An der Tibia erfolgt der Übergang von den kurzen und glatten Haaren der Hinterseite zu den außerordentlich langen und gefiederten Haaren der Vorderseite plötzlich, ohne Übergang. Letztere sind es, die in erster Linie dem Eintragen des Pollens dienen; sie legen sich in großer Dichte regelmäßig schräg um das Glied herum. Auch an dem Metatarsus erfolgt der Übergang von den kurzen, glatten Haaren der Hinterseite zu den langen, stark gefiederten und weit vom Gliede abstehenden Sammelhaaren der Vorderseite ziemlich plötzlich, ohne allmählichen Übergang. An der Innenkante, vor allem aber am Unterrande der Hinterseite dieses Gliedes wie auch an den unteren Hinterkanten der übrigen Tarsenglieder sind die Haare stark borstenartig und auffallend lang.

Die Behaarung der ganzen Hinterseite des Beines ist also wieder bürstenartig ausgeprägt. Da *Rhophites quinquespinosus* Spin. ♀ außer mit der Tibia und dem Metatarsus auch mit dem Femur und dem Trochanter sammelt, ist sie zu den Schenkelsammlern zu stellen. Sie steht höher als *Meliturga clavicornis* Latr. ♀ vor allem wegen der weitaus stärkeren Behaarung, die sich in erster Linie auf die Tibia, dann aber nicht viel minder auch auf die stark gefiederten Haare des ersten

Tarsengliedes erstreckt. Die Behaarung von Femur, Trochanter und Coxa ist noch ursprünglich, also kaum differenziert; sie gleicht noch vollkommen der von *Dufourea vulgaris* Schenk ♀. Der großen Länge der Tibia von *Meliturga* steht hier die große Breite dieses Gliedes gegenüber, während die ersten Tarsenglieder beider Arten einander direkt gleichwertig sind. Vorgeschritten ist diese Art also vor allem wegen der weitaus stärkeren und spezialisierteren Behaarung.

### *Halictoides dentiventris* Nyl. ♀

besitzt eine nächst höhere Form des Pollensammelapparates.

Das Hinterbein des Männchens ähnelt in bezug auf die Gestalt der einzelnen Glieder ziemlich bedeutend dem Hinterbein des Weibchens. Der langen und nicht sehr breiten Coxa folgt ein ganz merkwürdig kleiner und schwacher Trochanter. Der Femur hat die Gestalt eines langgestreckten und in der Mitte ausgebauchten Zylinders, während die Tibia ähnlich wie bei *Rhophites* ♀ Keulenform besitzt. Der Metatarsus ist nur kurz und kaum verbreitert; die übrigen Tarsenglieder sind normal.

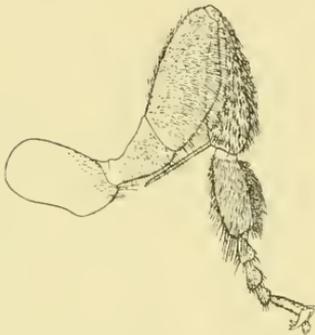
Coxa und Trochanter sind nicht beachtenswert von nur wenigen und kurzen Haaren bekleidet, wogegen die Haare des Femurs und der Tibia mit größerer Regelmäßigkeit angeordnet sind. Beide tragen vor allem auf ihrer Vorderseite lange und gefiederte Haare, im Gegensatz zu der aus kurzen und glatten Haaren bestehenden Haarbekleidung ihrer Hinterseite. Der Metatarsus ist vor allem wegen der außergewöhnlich schwachen Behaarung seiner Vorderseite besonders hervorzuheben.

Das Mittelbein des Weibchens (Textfig. 6) ist wieder in ganz beträchtlichem Maße dem Abstreifen des Blütenstaubes angepaßt. Es gleicht hinsichtlich der Gestalt der Glieder dem Mittelbein von *Rhophites quinquespinosus* Spin. ♀, unterscheidet sich von diesem nur durch eine weitaus stärkere Verbreiterung des ersten Tarsengliedes, die selbst nicht vom Hinterbein des Weibchens erreicht wird.

Größer sind die Abweichungen in der Anordnung der Behaarung, die mehr als zuvor bürstenartig ausgeprägt ist. Zum Unterschied von *Rhophites* erstrecken sich die kurzen, glatten und an sämtlichen Gliedern stets abwärts gerichteten Haare der Hinterseite des Beines sogar bis auf den Trochanter und die Coxa. Die Hinterseite des Femurs ist ganz besonders dicht mit kurzen

und glatten Haaren besetzt, die mit dem allmählichen Übergang auf die Unterseite stärker und nahezu borstenartig werden. Tibia und Metatarsus sind ähnlich behaart wie bei *Rhophites*, nur ist auch hier die Behaarung intensiver und an letzterem borstenartig ausgeprägt.

Das Hinterbein des Weibchens (Taf. I, Fig. 8) von *Halictoides dentiventris* Nyl. gleicht in der Gestalt sowohl dem Hinterbein des Männchens wie dem Hinterbein des Weibchens von *Rhophites*. Von ersterem unterscheidet es sich dadurch,



Textfig. 6. *Halictoides dentiventris* Nyl. ♀. Rechtes Mittelbein (Hinteransicht). Vergr. 18:1.

daß zunächst die Coxa, vor allem aber der Trochanter stärker gebaut sind. Der Femur ist im Verhältnis mehr langgestreckt und wieder schwach säbelartig gekrümmt. Die Tibia, die auch hier wieder eine ovale Platte trägt, ist nur eine geringe Kleinigkeit breiter, wohingegen der Metatarsus bei verhältnismäßig gleicher Länge die doppelte Breite besitzt als beim Männchen. Auch er ist unten wie bei *Rhophites* an der Außenkante in eine allerdings etwas schwächer ausgebildete Spitze ausgezogen. In bezug

auf die Gestalt der Glieder dürfte also als Anpassung ans Sammeln vor allem die säbelartige Krümmung des Femurs und die Verbreiterung des Metatarsus anzusehen sein.

Größere Anpassung aber zeigt sich in der weitaus stärkeren Behaarung des Hinterbeines, die sich vor allem auf die Vorderseiten sämtlicher Glieder erstreckt. Coxa und Trochanter tragen nur auf ihrer Unterseite Haare, welche bei letzterem länger und zudem stärker gefiedert sind als bei ersterer. Recht lang und außerordentlich stark gefiedert sind die Sammelhaare der Vorder- und Unterseite des Femurs; sie legen sich dem Gliede eng an und hängen lang nach unten herab. Die Hinterseite des Femurs gleicht dagegen vollkommen in ihrer Behaarung dem entsprechenden Teile des Männchens: auf der oberen Hälfte sind die Haare glatt und weniger lang als auf der unteren, wo sie allmählich die Länge der Haare der Vorderseite erreichen und auch wie diese stark gefiedert sind. Dadurch geht der büschelartige Charakter dieses Gliedes fast völlig verloren. Der Büschel oberhalb der Platte ist nur schwach entwickelt. Auch die Hinterseite der Tibia gleicht

in ihrer Behaarung der Hinterseite des Männchens, doch sind die Haare zahlreicher und länger. Auf der Vorderseite legen sie sich in gleicher Weise wie bei *Rhophites* eng und mit großer Regelmäßigkeit schräg um das Glied herum, erreichen zwar nicht ganz die Länge jener Art, stehen dagegen wesentlich dichter und zahlreicher und sind zudem stark gefiedert. Im Gegensatz zu *Rhophites* ist die Vorderseite des Metatarsus weniger stark behaart; die Haare sind kürzer, nur schwach gefiedert und nach unten gerichtet.

*Halictoides dentiventris* Nyl. ♀ gehört also zu den Schenkelsammlern. Sie trägt den Blütenstaub in erster Linie mit dem Femur und der Tibia ein, zieht aber gleichzeitig auch den Trochanter und den Metatarsus und in ganz geringem Maße selbst die Coxa mit zum Eintragen heran. Die Hinterseite des Hinterbeines hat also den bürstenartigen Charakter ihrer Behaarung ziemlich eingebüßt; sie wird in ihrer Funktion ersetzt durch das Mittelbein. Der Metatarsus hat infolgedessen an Breite wieder wesentlich abgenommen. Auch erreichen die Sammelhaare der Vorderseite der Tibia nicht die Länge wie bei *Rhophites quinquespinosus* Spin ♀. Trotzdem ist der Sammelapparat von *Halictoides* höher zu stellen, zunächst wegen der schlankeren, mehr säbelartigen Gestaltung des Femurs, dann vor allem wegen der weitaus stärkeren Behaarung sämtlicher Glieder mit Ausnahme des Metatarsus und endlich wegen der hohen Differenzierung der stark gefiederten Haare.

Ganz wesentlich höher als die Gattung *Halictoides* steht die Gattung *Halictus*, von der ich zunächst die Art

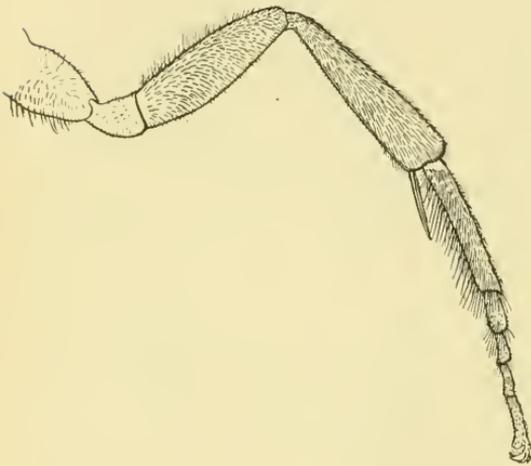
### ***Halictus calceatus* Scop.**

untersuchte. Nicht nur im Vergleich zur vorhergehenden Art sind wesentliche Unterschiede fortschrittlicher Natur vorhanden, sondern vor allem ist die Differenzierung des weiblichen Hinterbeines durch die Anpassung ans Sammeln im Vergleich zum Hinterbein des Männchens derartig groß, wie sie bisher bei keiner der beschriebenen Formen aufgetreten ist.

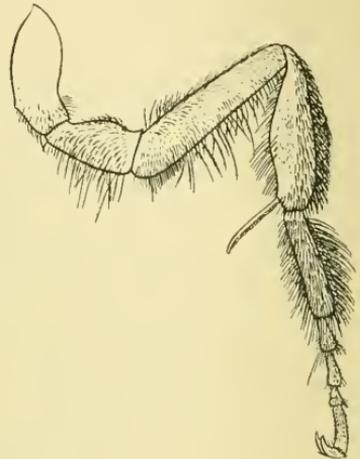
Das Hinterbein des Männchens (Textfig. 7) ist aus langen und schlanken Gliedern zusammengesetzt, die mit Ausnahme des Metatarsus nicht abgeplattet sind. Der starken und in ihrem ersten Drittel etwas eingebuchteten Coxa folgt ein nur kurzer und kaum gekrümmter Trochanter. Diesem schließt sich ein langgestreckter und in der Mitte überall gleich stark ausgebauchter

Femur an, auf den seinerseits wieder eine ausgeprägt kegelförmige Tibia folgt. Der Metatarsus ist lang und schmal.

Ebenso einfach ist die Behaarung des Beines: sie setzt sich größtenteils aus kurzen und glatten Haaren zusammen, die die Hinterseite in etwas größerer Dichte bekleiden als die Vorderseite. Nur die Unterseite der Coxa und die Vorderseite des Femurs zeichnen sich durch den Besitz von etwas längeren und schwach gefiederten Haaren aus, im besonderen Gegensatz zum Trochanter, der überall nur winzig kleine, kaum sichtbare Härchen



Textfig. 7. *Halictus calceatus* Scop. ♂. Rechtes Hinterbein (Hinteransicht). Vergr. 18:1.



Textfig. 8. *Halictus calceatus* Scop. ♀. Rechtes Mittelbein (Hinteransicht). Vergr. 18:1.

trägt. Die Borsten der Innenkante des Metatarsus sind verhältnismäßig lang.

**Das Mittelbein des Weibchens** (Textfig. 8) verhält sich ebenfalls in mancher Beziehung abweichend von den bisher beschriebenen Formen, zeigt aber doch die dem Mittelbein so typische büstenartige Behaarung. Die Unterschiede erstrecken sich eben in der Hauptsache auf die Gestalt der einzelnen Glieder. Zunächst ist der Trochanter erheblich stärker und in der Mitte gar angeschwollen, wodurch er ein helmartiges Aussehen gewinnt. Vor allem aber ist der Femur im Gegensatz zu den bisherigen Formen auffallend lang und schmal, doch scheint seine Stärke bei den verschiedenen Individuen etwas zu variieren. Die mittlere Ausbuchtung der Tibia ist etwas stärker, die Verbreiterung des verhältnismäßig langgestreckten Metatarsus bei

weitem nicht so erheblich ausgeprägt wie bei *Halictoides*, übertrifft dagegen die Breite des entsprechenden Gliedes des männlichen Hinterbeines fast noch um das Doppelte.

In der Anordnung der Behaarung gleicht das Mittelbein, wenn von unwesentlichen Abweichungen abgesehen wird, ziemlich dem Mittelbeine von *Halictoides dentiventris* Nyl. ♀. Nur ist die Hinterseite des Trochanters und vor allem die des Femurs bei weitem nicht so stark büstenartig behaart wie bei jener Art.

Das Hinterbein des Weibchens (Taf. I, Fig. 9) hat im Vergleich zum Hinterbein des Männchens also die größten Umbildungen erfahren. Coxa und Trochanter besitzen noch die gleiche Gestalt wie beim Männchen, sind jedoch sehr viel größer und stärker. Der Femur aber, der zunächst im Verhältnis etwas länger und ebenfalls stärker ist als beim männlichen Hinterbein, zeigt im Gegensatz zu diesem auf der Unterseite seiner distalen Hälfte eine derartig starke Einbuchtung, daß die dadurch erzielte säbelartige Krümmung des ganzen Gliedes diejenige aller bisher aufgetretenen Formen noch um ein Beträchtliches übertrifft. Die Tibia, mit ganz schwach angedeuteter ovaler Platte, ist zwar im Verhältnis ebenso lang wie beim Männchen, ist jedoch bei weitem nicht so regelmäßig kegelförmig gestaltet wie dort, insofern sie distalwärts wieder etwas an Breite abnimmt, gegenüber der im zweiten Drittel erreichten größten Breite. Die Länge des Metatarsus ist dieselbe wie beim Männchen; an Breite erreicht dies Glied das doppelte Maß.

Weit mehr als in der Gestalt liegt der große Unterschied in der Behaarung. Sie erstreckt sich auf sämtliche Glieder, und zwar sind die Haare nicht nur ganz erheblich länger, sondern auch dichter und zudem außergewöhnlich stark gefiedert, verzweigt oder verästelt. Die Coxa ist ringsherum von langen Haaren besetzt, die auf der Vorderseite schwach gefiedert, auf der Hinterseite glatt und nicht so zahlreich gestellt sind wie auf der Vorderseite. Der Trochanter zeigt vor allem auf der Unterseite lange und stark gefiederte Haare, die die Länge der Haare des Femurs erreichen und auch wie diese lang nach unten herabhängen. An den Seiten werden sie in langsamem Übergang kürzer; oben stehen sie spärlich. Der Femur vereint hier die Anordnung der Haare mit der säbelartigen Krümmung in der vorzüglichsten Weise zu einem sehr vollkommenen Sammelapparat. Die ganze Vorderseite des Femurs trägt lange und mächtig ge-

fiederte Haare, die sich nach vorn um das Glied herumlegen und dann herabhängen. Ihre größte Länge erreichen die Haare am proximalen Ende des Femurs: hier biegen sie sich in einem mächtigen Bogen nach vorn um die durch die säbelartige Krümmung entstandene Einbuchtung herum. Haare von fast genau derselben Länge und Krümmung an Unter- und Hinterseite des proximalen Endes ergänzen sich mit denen der Vorderseite zu einem dichten Haarkomplex. Die eingebuchtete Stelle selbst trägt dann nur ganz vereinzelt und schwach gefiederte Haare, während distalwärts der Einbuchtung wieder in größerer Dichte sowohl auf der Vorder- und Unter-, wie auch auf der Hinterseite lange und in entgegengesetzter Richtung gekrümmte Haare stehen, deren Spitzen sich mit den proximal stehenden Haaren verbinden. Dadurch ist ein von Haaren umschlossener Raum geschaffen, der in vorzüglicher Weise befähigt ist, größere Pollenmengen heimzutragen, indem die in entgegengesetzter Richtung gekrümmten Haare den durch die säbelartige Einbuchtung noch vergrößerten Raum in ihrer Gesamtheit wie ein Paar Arme umspannen. Daß die Haare in dieser Lage verharren, auch wenn dieser Raum mit Pollen gefüllt ist, wird dadurch ermöglicht, daß sie außerordentlich stark und lang verzweigt sind und daß die Verzweigungen der Haare des proximalen Endes sich mit denen des distalen Endes verfangen. In besonders klarer Weise zeigt diese Einrichtung die Art *Halictus affinis* Schenck ♀, wegen der ich auf Taf. I, Fig. 10 verweise. Außer diesem Räume dienen auch noch die Haare der ganzen Vorderseite zum Eintragen der Pollenmassen. Die obere Hälfte der Hinterseite des Femurs ist dagegen wieder von kurzen, glatten und schräg abwärts gekrümmten Haaren besetzt, welche bürstenartigen Charakter besitzen. Ich schließe aus ihrer Anordnung, daß sie es sind, die den Blütenstaub abbürsten, der sich dann einfach in den oben beschriebenen, stark gefiederten Haaren, die die Krümmung umgeben, verfängt, sich anhäuft und allmählich jenen Raum ausfüllt. Um die Vorderseite der Tibia legen sich die Haare wieder schräg und eng angeschmiegt herum. Ihre größte Länge erreichen sie an dem nach innen gerichteten Teile, auch tragen sie hier in ähnlicher Weise wie bei *Ceratina cyanea* K. ♀ mehrere nach oben gerichtete, lange Seitenäste. Diese nehmen an den Haaren des mittleren Teiles der Vorderseite langsam und stetig an Zahl ab, bis die Haare schließlich glatt und an der Außenseite endlich in einer andersartigen Weise von neuem gefiedert werden. Die Hinterseite der Tibia ist zwar

ebenfalls entsprechend den vorhergehenden Arten von glatten und abwärts gerichteten Haaren bekleidet, doch haben diese, da sie länger und weniger borstenartig sind, in ihrem bürstenartigen Charakter etwas eingebüßt. Stark bürstenartig dagegen sind die Haare der Hinterseite des Metatarsus; sie sind wie üblich angeordnet und stehen außerordentlich dicht. An dem distalen Ende der Außenkante befindet sich ein stärkerer Schopf aus feineren und längeren Haaren. Spärlich, lang und abwärts gerichtet, zudem stark gefiedert sind die Haare der Vorderseite. An den hinteren Unterkanten sämtlicher Tarsenglieder sind die Haare zu langen Borsten umgewandelt.

*Halictus calceatus* Scop. ♀ gehört also zu den Schenkelsammlern: sie trägt den Blütenstaub in erster Linie mit dem Schenkel und mit der Schiene ein, wogegen der Trochanter nur wenig daran beteiligt ist, noch weniger aber der Metatarsus.

Zwar ist Behaarung der einzelnen Glieder nicht so intensiv wie bei *Halictoides dentiventris* Nyl. ♀, außerdem ist die Tibia und der Metatarsus nicht so stark entwickelt, trotzdem aber ist *Halictus calceatus* Scop. ♀ erheblich höher zu stellen als jene Art vor allem wegen der eigenartigen Anordnung der Haare am Femur im Verein mit der stärker säbelartigen Krümmung dieses Gliedes, dann aber auch wegen der so mächtigen Differenzierung der Haare selbst.

Außer der eben beschriebenen Art habe ich von der Gattung *Halictus* noch untersucht: *H. maculatus* Sm., *H. affinis* Schenck, *H. sexcinctus* F., *H. tetrazonius* K., *H. villosulus* K., *H. fulvicornis* K. und *H. leucozonius* Schrank. Die Hinterbeine des Männchens aller dieser Arten gleichen vollkommen dem von *H. calceatus* Scop., nur bei *H. maculatus* Sm. ♂ ist der Metatarsus etwas breiter. Auch die Hinterbeine des Weibchens aller oben angeführten Arten waren gebaut, wie es oben von *H. calceatus* Scop. beschrieben wurde, nur in der Dichte der Behaarung zeigten sich ganz geringe Schwankungen, auch ist bei einigen der Arten die ovale Platte an der Außenseite der Tibia etwas stärker ausgeprägt.

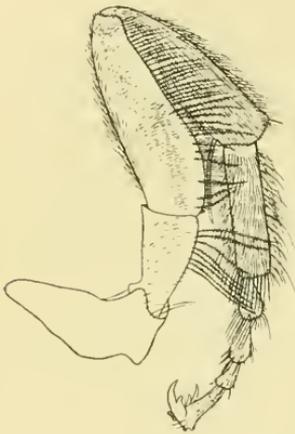
Mit *Halictus calceatus* Scop. ♀ auf ungefähr gleiche Stufe zu stellen ist die Art

#### ***Colletes picistigma* Thoms. ♀.**

Höher als *Halictus* steht sie nicht, doch ist der Sammelapparat erheblich besser entwickelt als bei *Halictoides*. Das Männchen fehlte mir.

Das Mittelbein des Weibchens (Textfig. 9) hat seinen büstenartigen Charakter stark eingebüßt. Trochanter und Femur sind länger als bei *Halictoides*. Die Tibia, im Verhältnis zum Femur wesentlich kürzer, ist überall gleich breit. Länger als bei *Halictoides* ist der erste Tarsus, der direkt rechteckige Gestalt besitzt. Die übrigen Tarsenglieder sind normal gebaut.

Wenn von der geringeren Dichte abgesehen wird, so ist die ganze Vorderseite des Beines ebenso behaart wie bei *Halictoides*. Dasselbe gilt auch von der Behaarung der Hinterseite des Trochanters und des Femurs, doch haben diese Haare, da sie gleichzeitig erheblich feiner und auch länger sind, ihren büstenartigen Charakter fast verloren. Merkwürdig sind die außergewöhnlich langen und stark gefiederten Haare an der Unterseite beider Glieder. Im Gegensatz zu *Halictoides* ist die Hinterseite der Tibia ganz mit glatten und abwärts gerichteten Haaren bestellt, während die Hinterseite des ersten Tarsus wieder der von *Halictoides* gleicht. Hervorzuheben ist noch besonders, daß die Haare an den hinteren Unterkanten sämtlicher Tarsenglieder zu außergewöhnlich langen und steifen Borsten umgewandelt sind.



Textfig. 9. *Colletes picistigma* ♀. Rechtes Mittelbein (Hinteransicht).  
Vergr. 18:1.

Am Hinterbein des Weibchens (Textfig. 10 und Taf. I, Fig. 11) gleichen Coxa und Trochanter hinsichtlich ihrer Gestalt denen von *Halictoides*, nur sind sie stärker entwickelt, auch ist der Trochanter nicht so sehr gekrümmt. Der Femur ist wesentlich länger als bei jener Art und stärker säbelartig nach oben gebogen, doch erreicht er den Krümmungsgrad von *Halictus* nicht. Die Tibia, an Länge dem Femur gleich, nimmt nur in ihren ersten beiden Dritteln, und zwar nur an der Außenseite, an Breite zu; ihre innere Begrenzungskante ist gerade. Eine ovale Platte fehlt. Überall gleich stark, rechteckig und im Verhältnis breiter als bei *Halictoides* ist der Metatarsus. Das zweite Tarsenglied hat in seinem distalen Teile eine Verbreiterung erfahren, im Gegensatz zu den übrigen, normal gebauten Tarsengliedern.

Die Behaarung der Coxa erstreckt sich fast nur auf die Unterseite; ihre Haare sind lang und gefiedert. Wesentlich länger und gleichzeitig stärker gefiedert sind die Haare der Vorder- und Unterseite des Trochanters; sie deuten schon den später bei den Andrenenweibchen so stark entwickelten Schopf an. Die Haare der Hinterseite sind weniger lang und zumeist auch glatt. Der Femur ist auf seiner ganzen Vorder- und Unterseite dicht

von außerordentlich langen und stark gefiederten Haaren bekleidet, die lang nach unten herabhängen, im Gegensatz zur Hinterseite dieses Gliedes, die besonders am distalen Ende kurze und glatte Haare trägt. Die Vorderseite dient zum Eintragen, die Hinterseite zum Abbürsten des Blütenstaubes. Die Vorderseite der Tibia ist in ähnlicher Weise und auch in gleicher Dichte wie bei *Halictoides* von langen und stark verzweigten Haaren umgeben, die ebenfalls nach der Außenseite hin allmählich glatt werden, an der Außenseite selbst jedoch nicht wiederum gefiedert sind,

sondern glatt bleiben und fast borstenartige Gestalt annehmen. Die Behaarung der Hinterseite besteht aus längeren, glatten und steif abwärts gerichteten Haaren. Ebenso sind sämtliche Haare des Metatarsus glatt und abwärts gerichtet. Insbesondere wird der bürstenartige Charakter der Hinterseite dieses Gliedes noch bedeutend vergrößert dadurch, daß fast sämtliche Haare, auffallend stark aber die Haare am hinteren Unterrande, zu abwärts gerichteten, steifen Borsten umgebildet sind, die eine tiefe Spiral-



Textfig. 10. *Colletes picistigma* ♀. Rechtes Hinterbein (Hinteransicht). Vergr. 18:1.

rinne tragen. Auch die Borsten am hinteren Unterrande des zweiten Tarsengliedes sind ganz ähnlich beschaffen und stehen denen des ersten an Länge und Stärke kaum nach, während die Borsten der übrigen Tarsenglieder kürzer, immerhin aber noch erheblich stärker als bei allen vorhergehenden Formen sind.

*Colletes picistigma* ♀ sammelt in der Hauptsache mit dem Trochanter, dem Femur und mit der Tibia, nur schwach sind an dieser Tätigkeit auch Coxa und erstes Tarsenglied beteiligt; sie ist also Schenkelsammler.

Über die systematische Stellung von *Colletes* hat man sich lange und viel gestritten, und auch jetzt ist man sich noch nicht darüber im klaren. So hielt man sie seit KIRBY als sehr nahe verwandt mit *Prosopis*, VERHOEFF betrachtete 1892 *Prosopis* noch als „Vorstufe von *Colletes*“ und SCHMIEDEKNECHT stellt sie in seinen „Hymenopteren Mitteleuropas“ 1907 ebenfalls noch zu den Urbienen. MÜLLER dagegen läßt sie aus *Andrena* sich entwickeln und FRIESE endlich betrachtet sie wieder als nahe verwandt mit *Prosopis*, ohne jedoch die großen Ähnlichkeiten mit *Andrena* von der Hand zu weisen. DEMOLL weist nun in seiner Arbeit über die Mundteile der Bienen nach, daß in den Mundwerkzeugen „eine besonders nahe Verwandtschaft mit *Prosopis* nicht zu konstatieren ist“, er stellt sie von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet „entschieden *Andrena* näher“. Dasselbe möchte ich auf Grund des Baues der Pollensammelapparate tun, denn eine gewisse Ähnlichkeit beider Sammelapparate erstreckt sich nicht nur auf die Gestalt der Glieder (vergl. Taf. III, Fig. 19 a u. b.), sondern auch auf ihre Behaarung. Vor allem ist hier auch schon die den *Andrenen*arten so eigentümliche Trochanterhaarlocke schwach angedeutet.

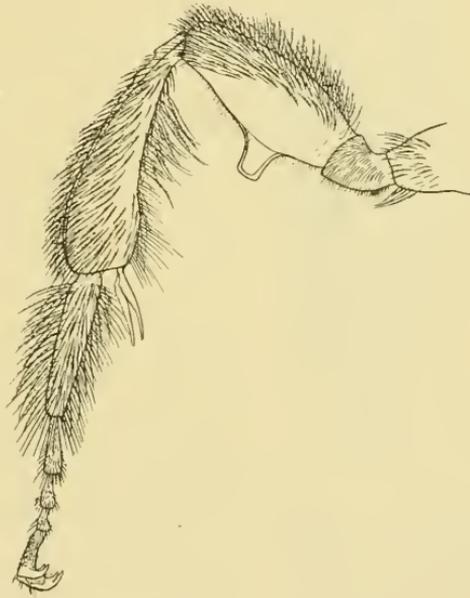
Gleichzeitig aber läßt der Pollensammelapparat die größte Ähnlichkeit mit *Halictoides* nicht verkennen. Zwar fehlt hier bei *Colletes* die ovale Platte, doch gleichen im übrigen die entsprechenden Glieder in ihrer Gestalt sich ganz bedeutend. Als Fortschritt gegenüber *Halictoides* ist die stärkere Krümmung des Femurs, die größere Verbreiterung des ersten Tarsengliedes und in bezug auf die Behaarung die schwach ausgebildete Trochanterhaarlocke anzusehen. Dazu kommt, daß die Hinterseite des Beines stärkeren bürstenartigen Charakter trägt und daß auch die Differenzierung der einzelnen Haare insofern etwas vorgeschritten ist, als die Borsten des ersten Tarsengliedes und die der Hinterseite der Tibia mit tiefer Spiralarinne versehen sind.

Nach dem Pollensammelapparat zu schließen möchte ich deshalb *Colletes* neben *Halictus* von *Halictoides* ableiten als eine zu *Andrena* hinführende Übergangsform.

Mit *Colletes* besitzt sehr viel Ähnlichkeit in der Gestalt der einzelnen Glieder, ist aber in der Behaarung wesentlich vorgeschritten, die nächst höhere Form des Pollensammelapparates, wie sie anzutreffen ist bei

***Panurgus calcaratus* Scop. ♀.**

Das Hinterbein des Männchens (Textfig. 11) zeigt hier merkwürdige Erscheinungen, die als Hilfsorgane bei der Begattung anzusprechen sind. Das ganze Bein hat dadurch mehr oder weniger eine Umformung erlitten, so daß es nur in gewisser Beziehung zum Vergleich mit dem Hinterbein des Weibchens herangezogen werden kann. Die Coxa ist lang, der Trochanter kurz und wie üblich gekrümmt. Der zylindrische und stark abgeplattete Femur zeigt ein solches Hilfsorgan zur Begattung in Gestalt eines auf der Unterseite befindlichen großen Höckers, der beim Festhalten des Weibchens eine Rolle spielt. Ebenso ist die mächtig keulenförmige Tibia in Anpassung an die Funktion des Festhaltens des Weibchens umgebildet, denn so deutete ich mir die auffallende, nach außen gerichtete Krümmung dieses Gliedes, die durch die mächtige untere Anschwellung, besonders auf der Innenseite, noch verstärkt wird. Diese Krümmung wirkt dann im Verein mit dem Höcker des Femurs in ausgezeichneter Weise als Klemme, zumal die Tibia auf der Innenseite gleichzeitig eine Kante bildet. Nicht sehr lang und nur schmal ist der erste Tarsus.



Textfig. 11. *Panurgus calcaratus* Scop. ♂. Rechtes Hinterbein (Vorderansicht). Vergr. 18:1.

Die Behaarung des Beines ist nur unregelmäßig ausgebildet. Beachtenswert sind besonders die längeren und gefiederten Haare der Oberseite und der oberen Hälfte der Vorderseite des Femurs, die ähnlich beschaffenen Haare der Außenseite der Tibia und endlich die ganze Haarbekleidung des Metatarsus, die auf der Vorderseite aus nur spärlichen und gefiederten, auf der Hinterseite aus dichteren, glatten und kurzen Haaren besteht.

**Das Mittelbein des Weibchens** (Textfig. 12) ist wieder in besserer Weise dem Abbürsten des Blütenstaubes angepaßt als bei der vorhergehenden Art. Es besitzt wieder den typischen Bau und gleicht im wesentlichen dem Mittelbeine von *Halictoides dentiventris* Nyl. ♀. Hinsichtlich der Gestalt der Glieder ist als abweichend nur zu bemerken, daß der erste Tarsus länger, dafür aber wesentlich schmaler ist.



Textfig. 12. *Panurgus calcaratus* Scop. ♀. Rechtes Mittelbein (Hinteransicht). Vergr. 18:1.

Die Behaarung weicht etwas mehr von jener Art ab, da sie nicht so stark bürstenartig ausgeprägt ist. In der Anordnung der Haare der Vorderseite gleicht das Bein demjenigen von *Halictoides*. Auf der Hinterseite haben Coxa, Trochanter und Femur, da sie nur spärlich von kleinen, glatten Haaren bestellt sind, nur schwach bürstenartigen Charakter. Als Bürstenhaare fungieren vor allem die Haare der Tibia und des ersten Tarsus, die daher in ihrer Anordnung wieder den Haaren von *Halictoides* gleichen. Auffallend sind die starken und langen Borsten an den hinteren Unterrändern der Tarsenglieder, besonders des Metatarsus.

In ähnlicher Weise wie das Mittelbein wirkt auch das Vorderbein als Bürste, denn ich habe beobachtet, wie das sammelnde Weibchen von *Panurgus* mit Vorder- und Mittelbeinen die Pollenmengen in die dichte Haarbekleidung des Hinterbeines strich. Dabei wälzte sich das Tierchen abwechselnd von der einen Seite auf die andere, so daß es zur Zeit stets nur mit den Beinen der einen Seite beim Einsammeln tätig war.

**Das Hinterbein des Weibchens** (Textfig. 13 und Taf. I, Fig. 12) gleicht also, was die Gestalt der Glieder anbetrifft, zu-

meist der vorhergehenden Art *Colletes picistigma* ♀; der wesentlichste Fortschritt gegenüber dieser Form liegt weniger in einem Unterschied in der Gestalt der Glieder als in einer mächtigen Entwicklung der Behaarung.

Coxa und Trochanter, vor allem erstere, sind stärker ausgebildet als beim Männchen. Der Femur ist im Verhältnis etwas kürzer, dafür ebenfalls stärker und zum Unterschied von *Colletes* nicht säbelartig gekrümmt, vielmehr aufgetrieben und plump. Beträchtlich länger als der Femur ist die nur ganz schwach nach außen gekrümmte Tibia, die aber sonst ähnlich wie bei *Colletes* fast regelmäßig nach unten hin keulenartig an Stärke zunimmt und oben wieder eine ovale Platte trägt. Dieselbe Länge wie beim Hinterbein des Männchens hat der erste Tarsus, der hier jedoch in entsprechender Weise wie bei *Colletes* durch Anpassung ans Abbürsten des Pollens wieder fast die doppelte Breite erreicht als beim Männchen. Unten an der Außenkante ist er in eine schwache Spitze ausgezogen.

Die Behaarung des Hinterbeines des Weibchens ist durch die außerordentliche Länge und Dichte der Haare derartig abweichend vom Männchen, daß ein näherer Vergleich in der Behaarung kaum noch von Wert ist.

Die Coxa trägt längere und gefiederte Haare fast nur auf der Unterseite, während der Trochanter wieder in gleicher Weise wie bei *Colletes* auf Vorder-, Unter- und Hinterseite längere Haare trägt, die jedoch wegen der sehr viel beträchtlicheren Länge der Haare der übrigen Glieder bei weitem nicht so auffallen. Sie zeichnen sich bereits durch den ganz merkwürdigen Charakter aus, der dieses *Panurgus*-Weibchen von allen anderen untersuchten Arten unterscheidet und der sich auch sonst nirgends wieder vorfand. Denn die Haare von fast sämtlichen Gliedern, mit Ausnahme der Coxa und der letzten Tarsen, sind



Textfig. 13. *Panurgus calcaratus* Scop. ♀. Rechtes Hinterbein (Hinteransicht). Vergr. 18:1.

mehr oder weniger stark und auffallend wellenförmig gekrümmt. Leider habe ich von den beobachteten Weibchen nur ein Individuum gefangen, so daß ich nicht mit Sicherheit feststellen konnte, ob diese wellenförmige Struktur der Haare nicht etwa auf Konservierung zurückzuführen ist. Doch halte ich letzteres deshalb für ausgeschlossen, weil ich bei genauerem Studium der Haare fand, daß kurze, spitze, dornartige Seitenzweige in unregelmäßiger Folge stets der konvexen Krümmung der Welle ansaßen, nie aber an einer konkaven Krümmung oder in einem Wellentale auftraten. Vor allem kommt diese wellenförmige Eigenschaft den Haaren der Tibia und denen des Femurs zu. Die Haarbekleidung des letzteren ist zum Unterschied von *Colletes* stärker in Sammel- und Bürstenhaare differenziert. Oberseite und obere Hälfte der Vorderseite tragen lange und stark gewellte Haare in großer Dichte, die, nach unten herabhängend, sich um das Glied herumlegen und zum Eintragen des Blütenstaubes dienen. Sie bedecken durch ihre Länge vollständig den unteren, haarfreien Teil der Vorderseite dieses Gliedes. Oberhalb der ovalen Platte am distalen Ende des Femurs verlieren die Haare langsam ihre charakteristische wellenförmige Beschaffenheit; sie ordnen sich hier wieder zu einem Büschel und sind in der gewöhnlichen Weise gefiedert. Direkt auffallend wirkt die Haarbekleidung der Hinterseite des Femurs im Vergleich zu derjenigen der anderen Glieder. Die Haare lassen hier durch ihre glatte und fast borstenartige Beschaffenheit deutlich erkennen, daß sie als Bürste fungieren. Sie sind deshalb wieder wie stets zuvor angeordnet: Proximalwärts lang und nicht sehr dicht, werden sie distalwärts kürzer, straffer und erheblich zahlreicher. Die Tibia ist zum Unterschied von *Colletes* rund herum von ganz außerordentlich langen, herabhängenden und stark gewellten Haaren bekleidet, die das ganze Glied überall in gleicher Stärke umgeben und die sowohl auf der Vorder- wie auf der Hinterseite als Sammelhaare dienen. Und ähnlich wie die Tibia ist auch der erste Tarsus erheblich weiter in der Behaarung gegenüber der vorhergehenden Art vorgeschritten. Die ganzen Haare der Vorderseite sind noch entsprechend der Tibia lang und stark gewellt; sie hängen direkt nach unten herab. Ganz langsam werden sie jedoch über die Außenkante hinübergehend auf der Hinterseite glatt, richten sich allmählich schräg nach unten, werden nach und nach borstenartig und sind an der Innenkante und besonders an der hinteren Unterkante zu direkten, steifen Borsten geworden.

Die Hinterseite trägt also entsprechend dem Femur und in Übereinstimmung mit *Colletes* wieder stark bürstenartigen Charakter.

*Panurgus calcaratus* Scop. ♀ ist also ähnlich *Colletes* Schenkelsammler. Die Fortschritte gegenüber *Colletes* liegen vor allem in einer ganz erheblich stärkeren Entwicklung der Haare, die gleichzeitig so eigenartig differenziert sind. Die Bürstenfunktion der Hinterseite ist durch die langen Sammelhaare der Hinterseite der Tibia etwas beeinträchtigt, ist jedoch am Femur stärker als bei *Colletes* ausgeprägt. Etwas eingebüßt in seiner Funktion als Bürste hat der erste Tarsus: er ist im Vergleich zu *Colletes* etwas schmaler. Das Glied spielt hier eine größere Rolle als Sammelorgan. Dafür hat dann das Mittelbein eine größere, bürstenartige Ausbildung erfahren.

Die außerordentlich langen Haare, die uns in solcher Länge bisher noch nicht begegnet sind, fallen am lebenden Tiere weniger auf, da sie sich lang herablegen und infolgedessen den Gliedern eng anliegen. Bei der nächst höheren Form, die in der Entwicklung ihrer Behaarung noch um ein ganz erhebliches Stück vorgeschritten ist, kommt diese Behaarung auch im Leben augenfälliger zur Geltung. Es ist die Gattung *Dasypoda*, von der ich

### ***Dasypoda plumipes* Panz.**

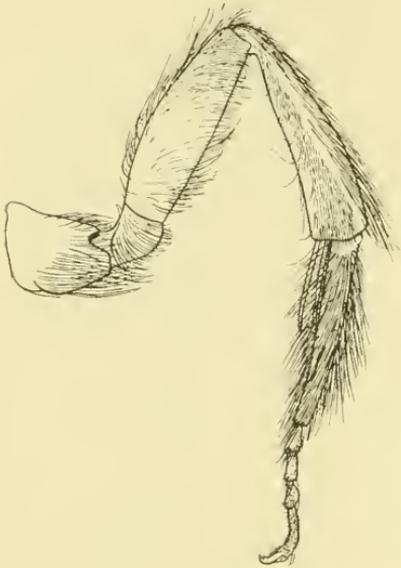
untersuchte. Bei ihr erreicht die starke Behaarung, die bei *Panurgus* angebahnt wurde, ihr Maximum.

**Das Hinterbein des Männchens** (Textfig. 14) eignet sich hier wieder mehr zu einem Vergleich, da es besondere Anpassungen an den Begattungsvorgang wie bei *Panurgus calcaratus* Scop. ♂ nicht zeigt. Sämtliche Glieder sind langgestreckt und nicht sehr stark entwickelt. Insbesondere ist der Metatarsus derartig lang ausgezogen, daß er die Länge der Tibia erreicht. Letztere ist dann insofern noch besonders bemerkenswert, als sie auf ihrer Vorder- und Hinterseite je eine schwache Kante trägt.

Im Gegensatz zur Vorderseite des Beines, die fast an sämtlichen Gliedern in nicht sehr großer Dichte mit längeren und ziemlich gleichartigen Haaren bewachsen ist, ist die Hinterseite recht unregelmäßig von verschiedenartig gestalteten Haaren bestanden. Vor allem gilt dies von dem Femur und der Tibia, indem erstere distalwärts kurze Haare trägt, proximalwärts fast haarlos ist und an der Unterkante eine Reihe längerer Haare aufweist, während letztere auf dem zwischen den beiden Kanten gelegenen, inneren Teile kleine, schwach ausgebildete Härchen

zeigt, im Gegensatz zu den langen und stärkeren Haaren ihres äußeren Teiles.

Das Mittelbein des Weibchens (Textfig. 15) weicht in mancher Beziehung von den bisherigen typisch gebauten Mittelbeinen der anderen Arten ab, hat aber doch seinen büstenartigen Charakter durchaus nicht verloren. Zum Vergleich ziehe ich hinsichtlich der Gestalt der Glieder das Mittelbein von *Colletes picistigma* ♀ (vgl. Textfig. 9) heran. So läßt zunächst der Femur die untere Ausbuchtung vermissen, auch ist er bei verhältnismäßig gleicher Länge weniger stark. Dann ist die Tibia



Textfig. 14. *Dasyroda plumipes* Panz. ♂. Rechtes Hinterbein (Hinteransicht). Vergr.  $8\frac{2}{3} : 1$ .



Textfig. 15. *Dasyroda plumipes* Panz. ♀. Rechtes Mittelbein (Hinteransicht). Vergr.  $8\frac{2}{3} : 1$ .

wesentlich kürzer, aber beträchtlich stärker als bei jener Art; in der Mitte ihrer Länge zeigt sie eine starke Ausbuchtung, wodurch sie typisch keulenförmig erscheint. Gleichzeitig bildet sie entsprechend dem männlichen Hinterbeine auf der Vorder- und Hinterseite je eine schwache Kante. Endlich hat der erste Tarsus wesentlich an Länge zugenommen, dafür aber an Breite eingebüßt.

Weniger macht sich der Unterschied in der Behaarung bemerkbar. Sie ist wieder ausgeprägt büstenartig und ähnelt in ihrer Anordnung sehr derjenigen von *Halictoides dentiventris* Nyl. ♀ (vgl. Textfig. 6). Als wesentlichster Unterschied

von jener Art wäre nur anzuführen, daß die einzelnen Haare beträchtlich länger sind.

**Das Hinterbein des Weibchens** (Taf. II, Fig. 13) fällt sofort wegen der so außergewöhnlich mächtigen Behaarung, vor allem an Tibia und erstem Tarsengliede auf. Zunächst ist hinsichtlich der Gestalt der Glieder folgendes zu sagen. Die Coxa gleicht der des Hinterbeines des Männchens, ist jedoch stärker. Wesentlich stärker ist der Trochanter. Der Femur ist an Länge und Gestalt dem Femur des Männchens gleich, so daß er ein wesentlich schlankeres Aussehen zeigt als bei *Panurgus* ♀. Im Gegensatz zum männlichen Hinterbein hat die Tibia ganz beträchtlich an Stärke zugenommen. Ganz schwach nach außen gekrümmt, hat sie die Gestalt einer mächtigen Keule; distal nimmt sie etwas an Breite ab. Der wesentlichste und eigentümlichste Unterschied sowohl vom Hinterbein des Männchens wie mehr noch vom Hinterbein des *Panurgus calcaratus* Scop. ♀ liegt in der auffallenden Verlängerung des ersten Tarsengliedes. Es beginnt an der Tibia mit dünnem Stiel, nimmt dann ganz plötzlich mächtig an Breite zu, so daß es an Durchmesser dem Femur gleichkommt, um dann distalwärts ganz allmählich wieder schmaler und schmaler zu werden. Seine untere Breite beträgt schließlich nur noch ein Drittel der größten oberen Breite. Die übrigen Tarsenglieder sind klein und nicht bemerkenswert.

Ebenso auffallend wie die Verlängerung des ersten Tarsengliedes ist die ganze Behaarung des Beines, vor allem also die der Tibia und des ersten Tarsengliedes. Zum Unterschied von *Panurgus* ♀ sind die Haare jedoch nicht gewellt, sondern eigenartig nach allen Richtungen des Raumes gefiedert.

Coxa und Trochanter gleichen in ihrer Behaarung noch sehr dem Männchen, allerdings sind die Haare zum Unterschied von diesem dichter. Sie gleichen ferner in ihrer Anordnung auch den Haaren der Coxa und des Trochanters von *Panurgus* ♀. Doch ist die bei *Colletes* ♀ aufgetretene Locke, die bei *Panurgus* ♀ schwach angedeutet war, hier überhaupt nicht vorhanden. Der Femur gleicht in seiner Behaarung auf der Vorderseite ganz dem Femur von *Panurgus*. Die Haare sind zwar nicht ganz so lang, legen sich jedoch ebenfalls über den unteren haarlosen Teil herüber. Zum Unterschied von *Panurgus* aber hat die Hinterseite ihre so stark ausgeprägte büstenartige Beschaffenheit eingebüßt. Sie trägt ganz entsprechend der Vorderseite lange, gefiederte und herabhängende Haare. Ganz mächtig stark ist die

Tibia behaart. Die Haare stehen zum Unterschied von *Panurgus* ♀ weit vom Gliede ab, sind dabei ebenfalls außerordentlich lang, legen sich auf der Außen- und Vorderseite schräg und dicht um das Glied herum und sind auf der Hinterseite fast direkt abwärts gerichtet; zudem sind sie schwach gefiedert. Wegen ihrer großen Länge haben sie auf der Hinterseite ihren ursprünglichen bürstenartigen Charakter ziemlich verloren; er wird noch angedeutet durch die den Haaren der Hinterseite stets so typische Richtung, die nach unten verläuft. Die Innenseite der Tibia ist zum Unterschied von *Panurgus* ♀ haarlos. Dadurch wird dem Beine eine größere Bewegungsfreiheit verliehen, denn Haare von derselben Länge und Dichte auch auf der Innenseite würde eine Bewegung der Tibia gegen den Femur nahezu unmöglich machen. Bei *Panurgus* war diese Einrichtung deshalb nicht erforderlich, weil die Haare sich enger dem Gliede anlegten und deshalb die Glieder in ihrer Bewegung gegeneinander nicht stören konnten. Stärker noch als bei der Tibia ist im Vergleich mit *Panurgus* der erste Tarsus von der mächtigen Entwicklung der Behaarung ergriffen; sie kommt der Behaarung der Tibia nahezu gleich. Besonders lang sind die Haare des oberen Teiles; distalwärts werden sie kürzer. Da die Haare an den Außen- und Innenkanten weiter abstehen als auf den Vorder- und Hinterseiten, erscheint das Glied trotz der überall gleich starken Behaarung etwas abgeplattet, zum Unterschied von der nächstfolgenden Form *Xylocopa*.

Zum Eintragen des Pollens kommen in erster Linie Tibia und Metatarsus in Betracht; etwas hilft auch der Femur beim Sammeln mit. Die Hinterseite des Beines hat ihren bürstenartigen Charakter ziemlich verloren, da die außergewöhnlich langen Haare nur in ganz geringem Maße als Bürstenhaare in Betracht kommen. *Dasypoda* wäre also noch zu den Schenkelsammlern zu stellen.

Die bei *Panurgus calcaratus* Scop. ♀ angebaute mächtige Entwicklung der Behaarung ist hier bei *Dasypoda plumipes* Panz. ♀ bis zum Maximum vorgeschritten und hat im besonderen auch den Metatarsus ergriffen. Bei *Panurgus* machte sich schon am ersten Tarsus im Verhältnis zur vorhergehenden Art *Colletes* eine mächtigere, durch größere Anpassung ans Eintragen des Pollens bedingte Haarentwicklung bemerkbar, wodurch dann gleichzeitig ein Abnehmen der Breite dieses Gliedes und damit der Bürstenbeschaffenheit eben zugunsten der Sammel-funktion verbunden war. Hier bei *Dasypoda* ist die ursprünglich

durch die Bürstenfunktion bedingte Verbreiterung des ersten Tarsengliedes erheblich weiter noch zurückgegangen als bei *Panurgus*. Das Glied hat seine Bürstenfunktion aufgegeben und ist vor allem Sammelorgan geworden. Es hat sich in Anpassung an diese Funktion außerordentlich verlängert und im Verein mit der Tibia entsprechend stark behaart. So wäre also der so eigenartige Sammelapparat von *Dasypoda* von *Panurgus* abzuleiten.

Diese Verwandtschaft beider Arten wird auch durch ihre auf sonstigen Merkmalen beruhende gegenseitige Stellung im System bestätigt. SCHMIEDEKNECHT führt in seiner Systematik die Gattung *Panurgus* unmittelbar hinter *Dasypoda* an.

Von dem Sammelapparat der Hosenbiene, *Dasypoda*, läßt sich jetzt ohne große Schwierigkeit der nicht minder eigenartige Pollensammelapparat der Holzbiene, *Xylocopa*, ableiten. Ich untersuchte die Art

### *Xylocopa violacea* L.

Das Hinterbein des Männchens (Textfig. 16) zeigt hinsichtlich der Gestalt der Glieder in ganz ähnlicher Weise wie bei *Panurgus* ♂ Umbildungen, die wiederum als sekundäre Begattungswerkzeuge gedeutet werden müssen. Weniger zum Vergleich mit dem Hinterbeine des Weibchens als wegen der interessanten Erscheinung der Anpassung an den Begattungsvorgang sei deshalb die Gestalt der einzelnen Glieder etwas ausführlicher beschrieben.

Der kurze Trochanter und der langgestreckte Femur sind auf beiden Seiten derartig stark komprimiert, daß beide unten eine scharfe Kante aufweisen. Der Femur zeigt außer dieser unteren Kante gleichzeitig noch eine zweite, allerdings schwächer ausgebildete Kante in der Mitte der Hinterseite, die vom Trochanter ausgehend distalwärts zur Tibia hin verläuft. In ähnlicher Weise wie bei *Dasypoda* ♂ trägt auch die Tibia je eine Kante auf der Vorder- und Hinterseite. Im übrigen zeigt das Glied in seinem oberen Teile eine kleine, nach innen gerichtete Vorwölbung, die dann weiter distalwärts einer Einbuchtung weichen muß. An der Außenseite zeigt es den Rest einer ovalen Platte. Bemerkenswert ist ferner, daß nur ein Sporn vorhanden ist; doch wird der fehlende Sporn durch einen langen, dornartigen Fortsatz der Tibia ersetzt. Merkwürdig sieht vor allem der Metatarsus aus. Langgestreckt und schmal, ist er in seiner unteren Hälfte keilförmig abgeplattet, derart, daß die Kante des Keils nach innen, der

schwach gekrümmte Rücken nach außen gekehrt ist. In der Mitte der Länge des Gliedes gabelt sich die Kante, so daß am proximalen, nach innen gerichteten Teile des Metatarsus eine langgestreckte, dreieckige Platte entsteht. Durch diese Kanten- und durch die damit verbundenen Flächenbildungen wird es dem Männchen in besserer Weise ermöglicht, das Weibchen während der Begattung zu umklammern und festzuhalten. Der durch die



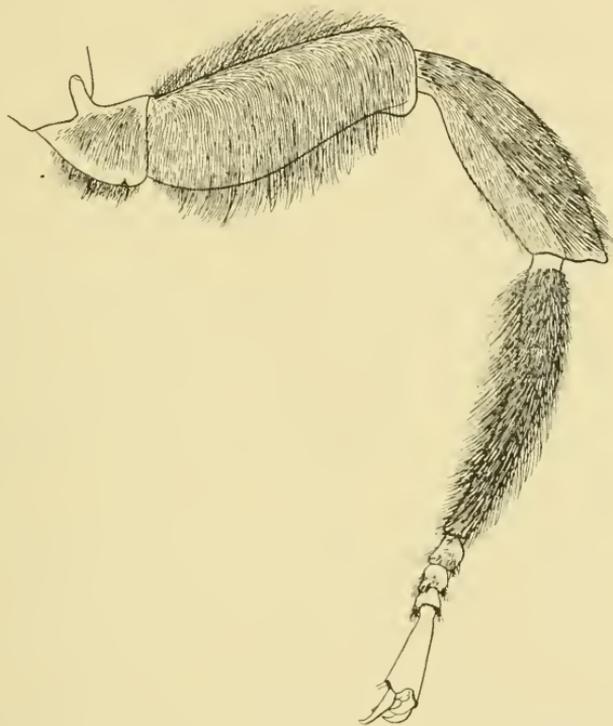
Textfig. 16. *Xylocopa violacea* L. ♂. Rechtes Hinterbein (Hinteransicht). Vergr.  $S^2/3 : 1$ .

Kanten am Femur entstandenen Fläche entspricht die Fläche an der Innenseite der Tibia, der scharfen, unteren Kante des Trochanters die langgestreckte, dreieckige Platte des Metatarsus, so daß bei einem Drucke von Tibia und Metatarsus gegen Femur und Trochanter das Ganze in vorzüglicher Weise als Klemme wirkt. Infolge dieser Funktion haben die zwischen den Kanten gelegenen Flächen von Femur, Tibia und erstem Tarsus ihre Behaarung gänzlich verloren.

Im übrigen ist die Behaarung der einzelnen Glieder ohne große Regelmäßigkeit angeordnet. Die Coxa trägt überall mit Ausnahme des oberen Teiles der Hinterseite längere, der Trochanter überall kürzere Haare. Ganz unregelmäßig ist der Femur behaart; auffallend sind die längeren Haare der Oberseite und die langen, rückwärts gekrümmten Haare am distalen Ende des Gliedes oberhalb der schwachen Kante der Hinterseite. Tibia und Metatarsus tragen mit Ausnahme der oben erwähnten Flächen

in ziemlicher Dichte überall lange und straffe, direkt abwärts gerichtete Haare.

Das Mittelbein des Weibchens (Textfig. 17) hat infolge einer Umgestaltung der Glieder ein wesentlich anderes Aussehen als bei den bisher beschriebenen Arten angenommen, doch ist die Behaarung im großen ganzen wieder dieselbe typisch bürstenartige. Bezüglich der Gestalt der Glieder ist vor allem hervorzuheben, daß die Coxa auffallend kurz, fast stummelartig ausgebildet



Textfig. 17. *Xylocopa violacea* L. ♀. Rechtes Mittelbein (Hinteransicht).  
Vergr.  $8\frac{2}{3} : 1$ .

ist, daß die Tibia im Verhältnis zu den anderen Gliedern merkwürdig klein, der Metatarsus dagegen außergewöhnlich lang ausgezogen und schwach nach außen gekrümmt ist.

Infolge der längeren und nicht sehr straffen Haare der Hinterseite des Femurs, die in ihrer Anordnung zwar bürstenartig sind, aber doch wegen ihrer Länge und Nachgiebigkeit nicht so sehr als Bürstenhaare in Betracht kommen, ist der bürstenartige Charakter dieses Beines nicht gerade sehr wesentlich ausgeprägt.

Als Bürstenhaare fungieren vor allem die strafferen und abwärts gerichteten Haare der Hinterseite von Tibia und erstem Tarsus.

**Das Hinterbein des Weibchens** (Taf. II, Fig. 14). Coxa und Trochanter sind stärker als beim Männchen ausgebildet. Der Femur, der ebenfalls seitlich komprimiert ist, zeigt jedoch nur die untere, hier nur schwach ausgeprägte Kante. Im Verhältnis kürzer, dafür aber wesentlich stärker, besitzt er auf seiner Unterseite an seinem proximalen Ende eine kurze, starke Vorwölbung. Die Tibia gleicht in ihrer Gestalt der des Männchens, ist jedoch beträchtlich kürzer und stärker, wodurch sie das schlanke Aussehen verliert. Die bei anderen Formen ovale Platte ist hier schmal und außergewöhnlich langgestreckt; sie erreicht auf der Außenseite geradezu die halbe Länge der Tibia. Im Gegensatz zum Männchen sind wieder zwei Sporen vorhanden; distalwärts läuft die Tibia auf der Außenseite in zwei kleine, nebeneinander stehende Zähnchen oder Höcker aus. Der Metatarsus endlich hat ähnlich wie bei *Dasy-poda* wieder eine außerordentliche Verlängerung erfahren; er ist mehr als  $1\frac{1}{4}$  mal so lang wie die Tibia. Fast überall gleich breit — nur in seinem oberen Teile direkt unter der Tibia ist er schwach ausgebaucht — bildet er distalwärts an der Außenseite einen kleinen, spitzen Fortsatz, neben dem das nächstfolgende, normal gebaute Tarsenglied einsetzt.

Die Coxa gleicht in ihrer Behaarung fast der des Männchens. Der Trochanter ist seitlich und unten mit kurzen und glatten Haaren umgeben, die auf der Hinterseite dichter stehen als auf der Vorderseite und die ihre größte Dichte auf der Unterseite erlangen. Die Oberseite ist fast haarlos. Dasselbe gilt von der Behaarung des Femurs. Speziell die Haare der Hinterseite dieses Gliedes besitzen einen ausgeprägt bürstenartigen Charakter. Die Tibia ist zum Unterschied von der des Männchens überall und außerordentlich dicht von abwärts gerichteten Haaren bekleidet, die hinten kurz, an den Seiten länger und auf der Vorderseite am längsten sind. Ganz erheblich aber ist die Behaarung des ersten Tarsengliedes fortgeschritten. Es ist rund herum in überall fast gleicher Stärke ganz außerordentlich dicht von sehr langen, steifen Haaren besetzt, die überall in gleicher Weise weit vom Gliede abstehen und die nur auf der Hinterseite etwas mehr abwärts gerichtet sind und dem Gliede mehr anliegen. Dadurch offenbart sich wieder der bürstenartige Charakter der letzteren Haare, der durch ihre Stärke und Straffheit noch erhöht wird,

während die Haare der Vorderseite in erster Linie fürs Eintragen des Pollens in Betracht kommen. Da die Behaarung überall fast gleich stark ist, zeigt das Glied im Gegensatz zu *Dasypoda* fast keine Kompression.

Der Sammelapparat ist also auf die Tibia und den Metatarsus beschränkt: vor allem kommt letzterer beim Eintragen in Betracht. *Xylocopa violacea* ♀ ist also zu den Schienensammlern zu stellen. Die Bürste ist an der Hinterseite des Trochanters und Femurs, vor allem aber an der der Tibia und des Metatarsus ausgezeichnet entwickelt.

Im Vergleich zur vorhergehenden Art *Dasypoda plumipes* Panz. ♀ ist also wieder im Sammelapparat eine starke Differenzierung eingetreten. Den Hauptanteil des Eintragens der Pollenmassen hat jetzt fast ganz der Metatarsus übernommen, der infolgedessen im Vergleich mit *Dasypoda* noch wesentlich an Länge und gleichzeitig in der Behaarung zugenommen hat. Durch diese Verlegung des Hauptgewichts des Sammelns auf den ersten Tarsus ist die Behaarung der Tibia wieder zurückgegangen, doch ist sie auch hier immerhin noch auffallend stark entwickelt. Die bei den Schenkelsammlern zum Eintragen dienende Behaarung der oberen Glieder, also von Coxa, Trochanter und Femur, ist ganz rückgebildet. Dafür haben auf der Hinterseite sich die Haare wieder in stärkerem Maße dem Abstreifen des Blütenstaubes angepaßt. So läßt sich der Pollensammelapparat von *Xylocopa* leicht von dem Sammelapparat von *Dasypoda* ableiten. Obgleich nun auch im Systeme beide Gattungen, *Xylocopa* und *Dasypoda*, nahe beieinander stehen, darf aus dieser Verwandtschaft des Pollensammelapparates jedoch nicht ohne weiteres auf die phylogenetische Verwandtschaft beider Tiere gefolgert werden, denn dazu weichen beide Gattungen in der übrigen Beschaffenheit ihres Körperbaues zu sehr voneinander ab.

Der Sammelapparat von *Xylocopa violacea* L. ♀ führt jetzt über zu den Pollensammelapparaten von vier einander ziemlich gleichwertigen Arten. Es sind dies die von mir untersuchten: *Eucera longicornis* L. ♀, *Melitta haemorrhoidalis* ♀, *Macropis labiata* F. ♀ und *Anthophora bimaculata* Panz. ♀.

### ***Eucera longicornis* L.**

Das Hinterbein des Männchens zeigt solche sekundären Anpassungen an den Begattungsvorgang wie *Xylocopa* nicht;

es läßt sich daher wieder in alter Weise zum Vergleich mit dem Hinterbein des Weibchens heranziehen. Coxa und Trochanter sind wie üblich gestaltet. Der Femur ist langgestreckt, zylindrisch und an seinem proximalen Ende stärker als an seinem distalen. Die keulenförmige, mit schwach ausgeprägter ovaler Platte versehene Tibia ist etwas nach außen gekrümmt, der Metatarsus lang und schmal.

Coxa und Trochanter sind mit Ausnahme ihrer Oberseite überall mit längeren Haaren bewachsen. Die Anordnung der feinen Härchen auf der Hinterseite des Femurs ist ähnlich bürstenartig beschaffen, wie es uns in der Regel beim Weibchen begegnet. Im übrigen ist der Femur nur spärlich behaart. Auch Tibia und erster Tarsus haben in der Anordnung der Haare große Ähnlichkeit mit dem sammelnden Weibchen, nur sind die Haare weniger dicht und zahlreich gestellt.

**Das Mittelbein des Weibchens** zeigt wieder in ganz vortrefflicher Weise die bürstenartige Beschaffenheit. Es gleicht dem Mittelbeine von *Halictoides dentiventris* Nyl. ♀, doch ist hinsichtlich der Gestalt der Glieder als abweichend zu erwähnen, daß bei *Eucera* der Femur etwas, der Metatarsus jedoch bedeutend länger ist als bei jener Art, wofür letzterer an Breite erheblich eingebüßt hat.

Größere Übereinstimmung zeigt sich in der Behaarung. Sie ist vielleicht insofern noch stärker bürstenartig ausgeprägt als bei *Halictoides*, als die Haare der Hinterseite des Femurs etwas länger und straffer, die Borsten der Innen- und unteren Hinterkante des ersten Tarsengliedes und ebenso die der hinteren Unterkanten der übrigen Tarsenglieder stärker ausgeprägt und dazu schwach gekrümmt sind.

**Das Hinterbein des Weibchens** (Textfig. 18 u. 19) zeigt hier wie auch bei den folgenden Arten eine scharfe Sonderung seines Haarbesatzes in Sammel- und Bürstenhaare. Beide Haarformen werden scharf voneinander getrennt durch die Ober- und Unterkanten der stark komprimierten Glieder, so daß die Haare der Vorderseite nur Sammel-, die der Hinterseite nur Bürstenzwecken dienen. Im Vergleich zum Hinterbeine des Männchens sind zunächst sämtliche Glieder stärker. Schon beim Trochanter macht sich dies in auffallender Weise bemerkbar. Der Femur ist im Verhältnis etwas kürzer, dafür aber besonders an seinem proximalen Ende wesentlich stärker angeschwollen. Durch die

Abplattung wird der büstenartige Charakter im Verein mit den Bürstenhaaren der Hinterseite erheblich vergrößert. Die Tibia ist im Verhältnis zum Männchen sehr viel länger, in ihrem unteren Teile auch stärker ausgebildet. In ihrer Gestalt gleicht sie im übrigen der Tibia des Männchens, auch trägt sie die ovale Platte. Im Gegensatz zum männlichen Hinterbeine hat der Metatarsus bei sonst gleicher Länge fast die doppelte Breite erfahren; dazu ist er an der Außenkante in eine schwache, stumpfe Spitze ausgezogen.



Textfig. 18. *Eucera longicornis* L. ♀.  
Rechtes Hinterbein (Vorderansicht).  
Vergr.  $\frac{8}{3}$  : 1.

Textfig. 19. *Eucera longicornis* L. ♀.  
Rechtes Hinterbein (Hinteransicht).  
Vergr.  $\frac{8}{3}$  : 1.

Die ganze Hinterseite des Beines ist ausgeprägt büstenartig behaart. Es gilt dies bereits von der Coxa und dem Trochanter, die beide glatte und abwärts gerichtete Haare zeigen. Dieselbe Beschaffenheit wie die Haare der Hinterseite des Trochanters zeigen die Haare am proximalen Ende des Femurs; auch sie sind glatt, lang und abwärts gerichtet. Distalwärts werden sie kürzer und erheblich zahlreicher. Die dichte Haarbekleidung der Hinterseite der Tibia setzt sich aus kleinen, direkt abwärts gerichteten Haaren zusammen, während der Haarbesatz der Hinterseite des Metatarsus aus langen, borstenartigen und schräg abwärts verlaufenden Haaren besteht. Scharf

gesondert von diesen Bürstenhaaren der Hinterseite sind die Sammelhaare der Vorderseite, die hier auf Tibia und Metatarsus beschränkt sind. Coxa und Trochanter tragen hier in allerdings spärlicherer Dichte dieselben Haare wie auf der Hinterseite. Etwas länger sind die Haare der Oberseite und der oberen Hälfte der Vorderseite des Femurs, die distalwärts über der ovalen Platte der Tibia einen Büschel bilden. Die untere Hälfte der Vorderseite ist haarlos. Die ganze Vorderseite der Tibia trägt überall lange und steife Haare in großer Dichte, die sich schräg um das Glied herumlegen. Sie dienen in erster Linie zum Eintragen des Pollens. Dabei wird der Blütenstaub in ähnlicher Weise wie bei *Meliturga clavicornis* Latr. ♀ angefeuchtet, zu einem Klumpen dicht zusammengeballt und den steifen Haaren der Tibia aufgeladen. Das Klümpchen kann ganz beträchtliche Größe erreichen, so daß es nur wenig an Größe dem Klumpen im Körbchen der Honigbiene nachsteht. Lang, steif und ziemlich dicht sind auch die abwärts gerichteten Haare der Vorderseite des ersten Tarsengliedes gestellt; sie helfen wohl auch in geringem Maße beim Eintragen mit. An der unteren Spitze bilden sie einen Schopf. FRIESE hält diese Schopfbildungen für sekundäre Geschlechtsmerkmale. Da ich bei allen meinen Beobachtungen an sammelnden Bienen stets gefunden habe, daß alle solche Schopfbildungen nie mit Pollenmengen beladen sind, selbst wenn alle anderen Haare dicht mit Blütenstaub versehen waren, möchte ich mich obiger Ansicht anschließen.

Im Vergleich zur vorhergehenden Art *Xylocopa violacea* L. ♀ ist hier bei *Eucera longicornis* L. ♀ die Differenzierung der Sammelhaare auf der Vorderseite und der Bürstenhaare auf der Hinterseite besonders hervorzuheben. Der erste Tarsus hat wieder mehr die ursprüngliche Bürstenfunktion übernommen, er hat daher an Länge wieder beträchtlich eingebüßt und an Breite stark zugenommen. Gleichzeitig hat eine starke Kompression sämtlicher Glieder stattgefunden, mit der dann die strenge Trennung von Bürstenhaaren einerseits und Sammelhaaren andererseits verbunden war. Coxa, Trochanter und Femur gleichen fast vollkommen denen von *Xylocopa* ♀, die Tibia hat an Größe zugenommen, da sich das Hauptgewicht des Eintragens des Blütenstaubes wieder vom Metatarsus auf die Tibia hin verlegt hat. Als ganz wesentlicher Unterschied ist dann endlich noch der hervorzuheben, daß der Pollen wieder entsprechend dem Meli-

turga ♀ angefeuchtet und zu einem Klumpen dicht zusammengeballt wird.

Dieses Anfeuchten und Zusammenballen des Blütenstaubes, das uns bei den nächstfolgenden Gattungen *Melitta*, *Macropis* und *Anthophora* wieder begegnet, ist nicht ohne Einfluß auf die Beschaffenheit der Haarformen der sammelnden Glieder geblieben, wie wir später in dem Kapitel über „die verschiedenen Haarformen der Sammelapparate“ sehen werden. Die ganze Erscheinung ist derartig charakteristisch, daß ich sie ohne weiteres als Beweis der nahen verwandtschaftlichen Beziehungen sämtlicher „feucht sammelnden“ Bienengattungen ansprechen möchte. Bei den vier Gattungen *Eucera*, *Melitta*, *Macropis* und *Anthophora* geht diese enge Verwandtschaft auch unmittelbar aus dem übrigen Bau und der übrigen Beschaffenheit der Pollensammelapparate hervor; schwieriger gestaltet sich jedoch die Ableitung der früher besprochenen Art *Melitura clavicornis* Latr. ♀ (vgl. Taf. I, Fig. 6). Ich möchte sie nach ihrem Sammelapparat in Beziehung bringen mit der eben besprochenen Art *Eucera longicornis* L. ♀. Die Art und Anordnung der Behaarung ist nahezu dieselbe. Auch hinsichtlich der Gestalt der Glieder sind *Coxa*, *Trochanter* und in gewisser Beziehung auch noch der *Femur* beider Formen einander ähnlich. Verschiedenartig gestaltet sind vor allem *Tibia* und *Metatarsus*. Im Gegensatz zu *Melitura* ist die *Tibia* bei *Eucera* weniger lang, dafür wesentlich stärker, doch hat sie die schwach nach außen gerichtete Krümmung noch nicht verloren. Der *Metatarsus* endlich hat an Breite ab-, dafür an Länge zugenommen. Dagegen hat sich die bei *Melitura* an der Außenkante des distalen Endes befindliche Spitze bei *Eucera* wieder noch erhalten. Nach der Stellung im Systeme SCHMIEDEKNECHTS werden die verwandtschaftlichen Beziehungen beider Arten auch bestätigt; SCHMIEDEKNECHT läßt *Melitura* unmittelbar auf *Eucera* folgen.

Von letzterer Gattung ist jetzt abzuleiten der Pollensammelapparat von

### *Melitta haemorrhoidalis* F. ♀.

Ihre engste verwandtschaftliche Beziehung mit jener Art zeigt sich nicht nur im Bau des Hinterbeines des Weibchens, sondern auch beim Hinterbein des Männchens und dem Mittelbein des Weibchens.

Das Hinterbein des Männchens weicht nur in ganz geringen Kleinigkeiten von dem entsprechenden Beine von *Eucera* ab.

So ist der Femur etwas länger, der Metatarsus etwas breiter und die Hinterseite der Tibia von etwas längeren Härchen bestanden.

Am **Mittelbeine des Weibchens** von *Melitta* sind zunächst die einzelnen Glieder etwas stärker entwickelt. Vor allem hat der Femur an Breite zugenommen, die Tibia ist in ihrer Mitte mehr ausgebaucht und der erste Tarsus ist nicht überall gleich stark, nimmt vielmehr distalwärts etwas an Breite zu.

Die Behaarung ist fast dieselbe, also wieder bürstenartig. Doch ist die Bürste an der Hinterseite des Femurs zugunsten des Metatarsus schwächer entwickelt.

Im Vergleich mit dem Hinterbeine des Männchens zeichnet sich das

**Hinterbein des Weibchens** (Taf. II, Fig. 15) zunächst durch erheblich stärkere Glieder aus. Schon am Trochanter und Femur macht sich dies bemerkbar; letzterer zeigt zudem oben in seinem proximalen Abschnitt eine Vorwölbung. Ganz beträchtlich kräftiger sind jedoch die Tibia und der Metatarsus entwickelt. Während erstere wie eine mächtige Keule gestaltet ist, distalwärts also mächtig an Stärke zunimmt, büßt letzterer distalwärts etwas an Breite ein, besitzt im übrigen jedoch bei sonst gleicher Länge die doppelte Breite wie beim Männchen.

Im Vergleich mit dem Hinterbein des Weibchens von *Eucera longicornis* L. sind Coxa, Trochanter und Femur entsprechend stark ausgebildet. In der Entwicklung vorgeschritten sind vor allem Tibia und Metatarsus. Dazu kommen kleine, doch nicht sehr wesentliche Fortschritte in der Behaarung. Die scharfe Trennung von Bürstenhaaren einerseits und Sammelhaaren andererseits besteht auch hier; sie wird auch hier verstärkt durch die Abplattung der Glieder. Im Gegensatz zu *Eucera* sind die Haare der Hinterseite des Femurs kürzer und schwächer, die der Hinterseite der Tibia und des Metatarsus dagegen länger, straffer und dichter. Im übrigen ist die Anordnung der Haare, speziell auf der Vorderseite, dieselbe. Nur sind die bei *Eucera* borstigen Sammelhaare an Tibia und Metatarsus hier bei *Melitta* erheblich weiter differenziert und in höchstem Maße borstenartig geworden. Endlich zeigt sich die verwandtschaftliche Beziehung beider Arten noch darin, daß ganz entsprechend *Eucera* auch bei *Melitta* der Metatarsus in eine stumpfe, mit einem Haarschopf versehene Spitze ausgezogen ist.

*Melitta* ist ebenfalls ausgesprochener Schienensammler. Sie befeuchtet gleichfalls den Pollen beim Einsammeln und ballt

ihn zu einem Klumpen dicht zusammen, der von den straffen Borsten der Tibia gehalten und dann heimgetragen wird.

Nach FRIESE wird *Melitta* als sehr nahe verwandt mit der Bienengattung *Andrena* betrachtet; er faßt die Gattung *Melitta* „als ein weiter entwickeltes Glied dieser Gattung“ (*Andrena*) auf. Nach dem Pollensammelapparat jedoch weicht *Melitta* ungeheuer stark von der Gattung *Andrena* ab, gleicht vielmehr der vorherbesprochenen Gattung *Eucera*, mehr aber noch der gleich zu besprechenden Gattung *Anthophora*, so daß nach dem Sammelapparat *Melitta* als ein Bindeglied zwischen *Eucera* und *Anthophora* zu betrachten wäre.

An *Melitta* schließt sich zunächst die Art

### ***Macropis labiata* F. ♀**

an.

Das **Hinterbein des Männchens** hat infolge seiner Hauptaufgabe, nämlich durch die Funktion des Festhaltens und Umklammerns des Weibchens während der Copula wieder derartige Umformungen erlitten, daß es nicht mehr zu einem Vergleiche mit dem Hinterbeine des Weibchens dienen kann. So beginnt der Femur umgekehrt wie beim Weibchen proximal merkwürdig schwach und nimmt dann distalwärts ganz mächtig an Stärke zu, die Tibia verbreitert sich ebenfalls distalwärts außergewöhnlich stark bis zu ihrem zweiten Drittel, nimmt dann aber im letzten Drittel auf der Außenseite fast um die Hälfte ihrer Breite wieder ab, und der im Vergleich zu den übrigen Gliedern ganz auffallend kleine und schmale Metatarsus ist stark nach außen gekrümmt. Nicht minder abweichend verhält sich auch die nur spärlich und höchst unregelmäßig ausgebildete Behaarung.

Anders liegen die Verhältnisse beim **Mittelbein des Weibchens**, das wieder sehr dem Mittelbeine von *Melitta* gleicht und auch wie dieses büstenartig behaart ist. Doch ist der Femur länger und um eine Kleinigkeit schmaler, so daß die Tibia, die hinsichtlich ihrer Gestalt der von *Melitta* direkt gleich ist, im Verhältnis zum Femur erheblich kleiner erscheint als bei jener Art. Der Metatarsus endlich hat im Gegensatz zu *Melitta* bei sonst gleicher Länge wesentlich an Breite eingebüßt. Nur durch die sehr viel stärker ausgeprägte Behaarung erscheint das Glied erheblich breiter, so daß FRIESE in seinem Werke „Die Bienen Europas“ auf p. 178 nur mit gewissem Rechte sagen konnte: „Beine von *Macropis* kräftig, im ♀ Tarsenglied 1 der Beine II

und III sehr verbreitert, wie bei *Tetrapedia* . . .". Diese Verbreiterung trifft nur beim III. Beinpaare zu.

Die Behaarung ist im wesentlichen wieder die gleiche, doch ist der büstenartige Charakter dieses Beines insofern stärker als bei *Melitta* ausgeprägt, als die Haare des ersten Tarsengliedes im Verhältnis zum Bau des Gliedes länger und straffer sind und als sich diese straffe, büstenartige Behaarung auch auf die übrigen Tarsenglieder erstreckt.

Das **Hinterbein des Weibchens** (Taf. II, Fig. 16) von *Macropis labiata* F. gleicht wieder im großen Ganzen dem Hinterbeine von *Melitta*; der wesentlichste Unterschied ist der, daß die Verbreiterung des ersten Tarsengliedes hier weiter vorgeschritten ist und ihr Maximum erreicht. Es ist breiter als die Tibia und nahezu rechteckig, beginnt proximal mit nur schwachem Stiele, nimmt dann gewaltig und plötzlich an Breite zu und zeigt im oberen Teile eine kleine, nach innen gerichtete Vorwölbung, um dann unterhalb derselben die gleiche Breite beizubehalten. Ganz an der unteren, inneren Ecke setzt das zweite Tarsenglied ein. Dafür aber ist die Tibia nicht so kräftig entwickelt, auch erscheint der Femur, da seine obere Wölbung nicht sehr groß ist, schlanker. Schwächer ist endlich auch der Trochanter.

Die Behaarung ist wieder wie vorher durch die Abplattung des Beines in Sammel- und Bürstenhaare gesondert. Coxa, Trochanter und Femur gleichen den entsprechenden Gliedern von *Melitta*. Die Sammelhaare der Tibia und des Metatarsus sind zwar bei weitem nicht so borstenartig ausgeprägt, stehen dafür aber beträchtlich dichter und sind zudem länger. Auch sie legen sich an der Tibia schräg um das Glied herum und sind am Tarsus überall direkt abwärts gerichtet. Die Bürstenhaare der Hinterseite der Tibia und des ersten Tarsengliedes gleichen in ihrer Anordnung wieder vollkommen denen von *Melitta*.

Vor allem wegen der vorgeschrittenen Verbreiterung des Metatarsus bei sonst ziemlich gleichen Verhältnissen habe ich *Macropis labiata* F. der vorhergehenden Art *Melitta haemorrhoidalis* ♀ angereiht. Auch *Macropis* ♀ ballt die Pollenmassen nach voraufgegangener Anfeuchtung dicht zu einem Klumpen zusammen.

Gleichwertig mit *Macropis labiata* F. ♀ und ebenfalls abzuleiten von *Melitta haemorrhoidalis* ♀ ist die Art

***Anthophora bimaculata* Panz.**

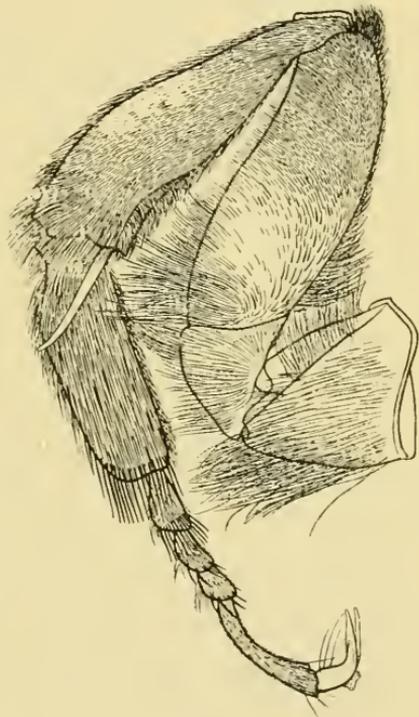
Das Hinterbein des Männchens (Textfig. 20) ist ganz merkwürdigerweise im Verhältnis in allen seinen Gliedern sehr viel stärker entwickelt als das Hinterbein des Weibchens. Eine Erklärung für diese kräftigere Ausbildung könnte nur zu suchen sein in der Anpassung an das Festhalten des Weibchens bei der Begattung, zumal das Bein auch außerdem in noch manch anderer Beziehung Anpassungen an diese Funktion zeigt.

Schon die Furche auf der Oberseite der mächtig entwickelten Coxa muß als solches sekundäre Begattungswerkzeug gedeutet werden. Sie gestattet dem Trochanter und vor allem dem starken, zylindrischen Femur eine größere Bewegungsfreiheit.

Letzterer ergänzt sich mit der sonst keulenförmigen Tibia in vorzüglicher Weise wieder zu einer Art Klemme, denn der proximalen Vorwölbung des Femurs entspricht eine mit einer Furche versehene Einbuchtung am distalen Ende der Tibia, während die untere Einbuchtung am distalen Ende des ersteren zu einer entsprechend ausgebildeten, proximalen Vorwölbung der letzteren paßt. Dadurch ist jedoch der Tibia die Möglichkeit gegeben, sich dem Femur aufs engste anzulegen, was beim Festhalten während der Begattung von Wichtigkeit sein wird. Der Metatarsus endlich zeigt im Gegensatz zu allen bisher besprochenen männlichen

Hinterbeinen eine derartig starke Verbreiterung, daß er die Stärke der Tibia erreicht. Selbst die übrigen Tarsenglieder fallen wegen ihrer anormalen Verbreiterung auf.

Während Coxa und Trochanter von längeren Haaren in spärlicher Dichte bekleidet sind, tragen die Hinterseiten von Femur



Textfig. 20. *Anthophora bimaculata* Panz. ♂. Rechtes Hinterbein (Vorderansicht). Vergr. 18:1.

und Tibia mit Ausnahme des proximalen Teiles des ersteren zahlreiche kleine und abwärts gerichtete Härchen. Auffallend ist der aus langen und steifen Haaren bestehende Haarbesatz der Hinterseite des Metatarsus. Da diese Haare an der hinteren Unterkante nicht nur dieses Gliedes, sondern auch der übrigen verbreiterten Tarsenglieder zu überaus langen und kräftigen Borsten umgewandelt sind, die doch beim Sammeln oder Abstreifen des Blütenstaubes nicht in Betracht kommen können und die gar dem zugehörigen Weibchen fehlen, möchte ich diese als besondere, bei der Copula behilfliche Stütz- oder Klammerorgane ansprechen. Im Gegensatz zur Hinterseite zeichnet sich die ganze Vorderseite des Beines durch Haare von größerer Länge aus. Eine merkwürdige Erscheinung zeigt hier wiederum das erste Tarsenglied. Zwischen einer dichten, aus nicht sehr langen und gefiederten Haaren bestehenden Haarbekleidung trägt es unregelmäßig verstreut verschiedene lange, glatte Borsten, die jedenfalls wiederum bei dem Begattungsvorgang irgendwie zum Festhalten des Weibchens von Bedeutung sein werden.

Merkwürdige Umbildungen hat hinsichtlich der Gestalt der Glieder auch das **Mittelbein des Weibchens** (Textfig. 21) erfahren, doch ähnelt die Behaarung wieder der alten, typischen.

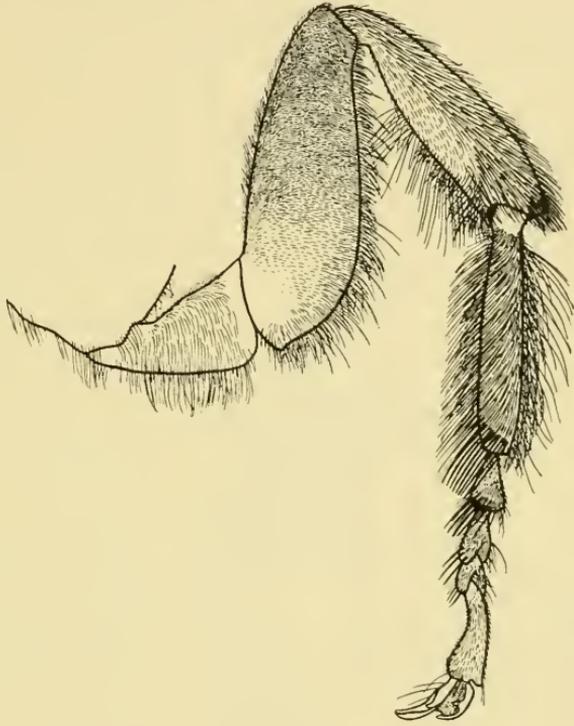
Einer kurzen, stummelartigen Coxa folgt ein langer Trochanter, diesem ein kräftiger und langer, im proximalen Abschnitt auf der Unterseite gewölbter Femur. Außergewöhnlich klein und schmal ist die im übrigen typisch gestaltete Tibia, während der Metatarsus besonders durch die verhältnismäßig große Länge bei seiner geringen Breite auffällt.

Zwar hat sich die bürstenartige Anordnung der Haare auf der Hinterseite des Beines im wesentlichen noch erhalten, obgleich die Funktion des Abstreifens des Blütenstaubes in der Hauptsache vom Hinterbein übernommen worden ist, doch läßt die weniger starke Ausbildung der Haare schon erkennen, daß sie als Bürstenhaare kaum noch in Betracht kommen. Vor allem gilt dies von den winzigen Härchen des Trochanters und Femurs, während den strafferen Haaren der Hinterseite von Tibia und erstem Tarsus wie auch den starken Borsten an den hinteren Unterkanten sämtlicher Tarsenglieder schon eher Bürstentätigkeit zugeschrieben werden kann.

Das **Hinterbein des Weibchens** (Taf. II, Fig. 17) ist also im Vergleich zum Hinterbein des Männchens bezüglich der einzelnen Glieder weniger stark entwickelt. Coxa und Trochanter

beider Beine sind gleich, doch ist der Femur bereits länger und schmaler, mithin also schlanker als beim Männchen. Zum Unterschied von *Melitta* ist er oben nicht so stark vorgewölbt. Sehr viel länger als beim männlichen Hinterbeine ist die Tibia, die in ihrer Gestalt der

Tibia von *Melitta* ♀ nahezu gleicht und sich von dieser nur durch ihre geringere Stärke unterscheidet. Auch der Metatarsus hat im Vergleich mit *Melitta* ♀ etwas an Breite eingebüßt, doch gleicht er hinsichtlich seiner Gestalt im übrigen jener Art, auch ist er unten an der Außenseite in eine entsprechende stumpfe, mit mächtigem Haarschopf versehene Spitze



Textfig. 21. *Anthophora bimaculata* Panz. ♀.  
Rechtes Mittelbein (Hinteransicht). Vergr. 18:1.

ausgezogen. Sämtliche Glieder sind wieder stark abgeplattet.

In der Anordnung der Haare stimmt *Anthophora bimaculata* Panz., ♀ mit *Melitta haemorrhoidalis* ♀ überein, doch ist die büstenartige Beschaffenheit der Hinterseite des Beines hier insofern stärker ausgeprägt, als zunächst Trochanter und vor allem Femur längere und straffere Haare tragen, die auch beim Abbürsten des Blütenstaubes mithelfen und als dann ferner die Haare der Hinterseite von Tibia und erstem Tarsus wesentlich stärker und an letzterem mehr borstenartig ausgeprägt sind. Besonders stark differenziert sind endlich auch die Borsten auf der Unterkante und am distalen Abschnitt der Innenkante des ersten Tarsengliedes. Die Haare der Vorderseiten von Coxa, Trochanter und Femur sind denen von *Melitta* fast gleich, die Sammelhaare von Tibia und Metatarsus unterscheiden sich von denen jener Art

zunächst durch ihre größere Länge und durch ihren weniger borstenartigen Charakter, dann ferner durch ihre sehr viel größere Dichte. Der an der stumpfen Spitze des Metatarsus kolossal entwickelte Schopf, der bei anderen Anthophoraarten noch sehr viel stärker und auffallender ausgeprägt ist, hilft auch hier nicht beim Eintragen des Blütenstaubes mit, wird also ebenfalls als sekundärer Sexualcharakter zu deuten sein.

*Anthophora bimaculata* Panz. ♀ ist also wiederum ausgesprochener Schienensammler. Auch sie ballt den eingesammelten Blütenstaub dicht zu einem Klumpen zusammen, nachdem sie ihm zuvor durch Anfeuchten eine gewisse Klebrigkeit verliehen hat. Vor allem sind es die Haare der Tibia, die diesen Ballen tragen, weniger wird beim Eintragen das erste Tarsenglied mit herangezogen. Ich leite diese Art neben *Macropis* von *Melitta* ab, obgleich Tibia und erster Tarsus nicht so stark entwickelt sind, vor allem wegen der hier am weitesten vorgeschrittenen Differenzierung der Haare in Sammel- und Bürstehaare, die also hier von den vier Arten ihr Maximum erreicht.

Die größte Möglichkeit der Ausbeute des Blütentaubes der Blumen erzielt mit ihrem Sammelapparat von den solitären Bienen die Gattung *Andrena*, die ich deshalb erst hier bespreche, obgleich sie phylogenetisch früher, als Folgeglied von *Colletes* hätte angeführt werden müssen. Untersucht habe ich zunächst die Art

### ***Andrena fuscipes* K.**

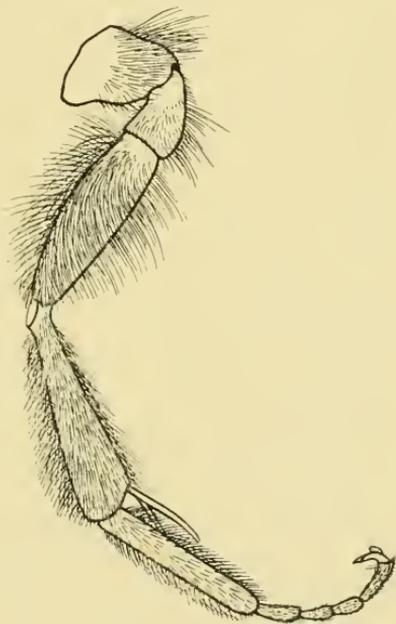
Ganz auffallend groß sind die Unterschiede zwischen dem **Hinterbein des Männchens** (Textfig. 22) und dem des Weibchens. Die einzelnen Glieder des ersteren sind merkwürdig schlank und nur wenig abgeplattet. Am stärksten ist die Coxa entwickelt, während der Trochanter kurz, schmal und wie üblich gekrümmt ist. Der Femur ist zylindrisch, die Tibia gerade und typisch kegelförmig gestaltet, der Metatarsus endlich lang, schmal und überall gleich stark ausgeprägt.

Sämtliche Glieder sind nur schwach behaart. Die ganze Haarbekleidung von Coxa, Trochanter, sowie die der Vorderseite des Femurs besteht aus langen und gefiederten Haaren, während die Hinterseite des letzteren nur kurze und glatte Härchen trägt. Tibia und Metatarsus sind von ziemlich gleichartigen, nicht sehr langen Haaren bestellt, die auf der Hinterseite der Tibia besonders dicht, auf der Vorderseite des Metatarsus auffallend spärlich stehen.

Typische Beschaffenheit und die größte Anpassung an das Abbürsten des Blütenstaubes zeigt das **Mittelbein des Weibchens** (Taf. III, Fig. 18). Die Coxa ist fast dreieckig und ebenso lang wie der gerade Trochanter. Der nicht sehr lange Femur ist besonders in seinem proximalen Ende kräftig entwickelt, verjüngt sich dann zusehends distalwärts. Femurlänge erreicht die fast überall gleich starke Tibia. Vor allem aber hat der Metatarsus in Anpassung an das Abbürsten des Blütenstaubes eine solche Umbildung erfahren, wie sie uns bisher bei keiner anderen Form am Mittelbeine begegnet ist. Er übertrifft den Femur und die Tibia nicht nur an Länge, sondern auch an Breite, so daß er das am kräftigsten entwickelte Glied des ganzen Beines darstellt. Er ist es auch, der im Verein mit der Tibia in der Hauptsache das Abstreifen des Pollens zu verrichten hat.

Deutlich zeigt sich dies dann in der Behaarung des Beines, von der uns nur die der Hinterseite interessiert. Zwar ist die Anordnung der Haare an Coxa, Trochanter und Femur noch die alte bürstenartige, doch kommen die Haare wegen ihrer geringeren Größe kaum als Bürstenhaare in Betracht. Am distalen Abschnitt des Femurs nur stehen einige straffere und längere Haare, denen Bürstentätigkeit zugeschrieben werden muß. Vor allem sind es die starken, nach oben gekrümmten und mit kräftigen Fiedern versehenen

Haare der Hinterseite der Tibia und mehr noch die straffen, glatten und ebenfalls gekrümmten Borsten des Metatarsus, die das Abbürsten des Blütenstaubes übernommen haben. Um dem Beine möglichst große, beim Bürsten erforderliche Bewegungsfreiheit zu verleihen, ist der innere Teil der Tibia ganz haarlos. Die eigenartige Krümmung der borstenartigen Haare der Hinterseite von Tibia und erstem Tarsus fehlt den anderen untersuchten Andrenenarten, kann also vielleicht durch Konser-



Textfig. 22. *Andrena fuscipes* K.  
♂. Rechtes Hinterbein (Vorderseite).  
Vergr. 18:1.

vierung hervorgerufen worden sein. Der bürstenartige Charakter des Mittelbeines ist also bei *Andrena* mehr denn je ausgeprägt, was seine Erklärung darin findet, daß vom Hinterbein des Weibchens fast nur der Metatarsus Bürstentätigkeit verrichtet, während die anderen Glieder in erster Linie für das Eintragen des Pollens Verwendung finden.

**Das Hinterbein des Weibchens** (Taf. III, Fig. 19a u. b) besitzt ein vom Hinterbein des Männchens durchaus verschiedenes Aussehen, da die Anpassungen ans Pollensammeln durchgreifende Umbildungen nicht nur hinsichtlich der Gestalt der Glieder, sondern mehr noch bezüglich ihrer Behaarung verursacht haben.

Die Coxa gleicht der des Männchens, doch ist der Trochanter bereits sehr viel stärker ausgebildet. Wesentlich länger und kräftiger ist der Femur gestaltet, der proximal nur schwach beginnt, distalwärts langsam an Stärke zunimmt und dabei eine schwache, säbelartige, nach oben gerichtete Krümmung aufweist. Ebenso hat die Tibia erheblich an Mächtigkeit zugenommen; auch sie ist schwach und kaum merklich nach außen gekrümmt. Proximal trägt sie an der Außenkante eine ovale Platte. Im Gegensatz zum Männchen erreicht das erste Tarsenglied hier bei verhältnismäßig gleicher Länge fast die dreifache Breite, doch holt es an Größe und Ausdehnung das entsprechende Glied des Mittelbeines bei weitem nicht ein. Distalwärts läßt es langsam an Breite nach, um schließlich am distalen Ende der Außenkante in eine schwach angedeutete Spitze auszulaufen.

Sehr viel größer sind die Abweichungen hinsichtlich der Behaarung. Die Coxa trägt vor allem auf der Hinter- und Unterseite recht lange und gefiederte Haare, die auf die Vorderseite übergehend langsam kürzer werden und der Oberseite schließlich fehlen. Vorder-, Hinter- und Unterseite des Trochanters sind in gleicher Weise außerordentlich dicht von mächtig langen und stark gefiederten Haaren bedeckt, die zunächst lang herabhängen, sich dann nach vorn hin krümmen und in ihrer Gesamtheit eine starke, lange Haarlocke (*flocculus* genannt) bilden, welche schwach schon bei *Colletes picistigma* ♀ angedeutet war. Hier ist sie derartig auffallend entwickelt, daß alle *Andrenen*arten ohne weiteres an dieser Haarlocke erkannt werden können. Aus recht langen Haaren besteht auch die Haarbekleidung des Femurs. Die ursprünglich dem Abbürsten dienenden Haare der Hinterseite haben diese Funktion verloren, da sie, mit Ausnahme eines kleinen oberen Teiles der Hinterseite, die Länge der lang herabhängenden

Haare der Vorderseite erreichen. Die Oberseite trägt in gleicher Dichte dieselben Haare, während die Unterseite ganz frei von Haaren ist. Um diese greifen die Haare der Vorder- und Hinterseite in ihrer Gesamtheit wie ein Paar Arme herum, so daß ähnlich wie bei *Halictus* auch hier unter dem Femur ein kleiner Raum entsteht, der beim Sammeln dicht mit Pollen beladen wird. Oberhalb der an der Tibia befindlichen Platte steht am distalen Ende des Femurs ein mächtig entwickelter Haarschopf. Die Tibia gleicht in der Anordnung der Haare der vorhergehenden Art *Anthophora bimaculata* Panz. ♀, unterscheidet sich von dieser nur dadurch, daß die aus langen Haaren bestehende Haarbekleidung der Vorderseite hier unendlich dichter ausgebildet ist und daß die Haarbekleidung der Hinterseite sich aus etwas längeren Haaren zusammensetzt. Letztere wirken zunächst als Bürste, helfen aber gleichzeitig auch beim Eintragen des Blütenstaubes mit. Ausgezeichnet bürstenartig aber ist die Hinterseite des ersten Tarsengliedes behaart; vor allem sind es die auffallenden Borsten an der Innen- und Unterkante dieses Gliedes, die beim Abbürsten des Pollens in Betracht kommen, wie ferner auch die ähnlich langen borstenartigen Haare an der hinteren Unterkante des 2. Tarsengliedes. Die Haare der Vorderseite des Metatarsus sind ebenfalls recht dicht gestellt, erreichen aber nicht die Dichte der Borsten der Hinterseite.

*Andrena fuscipes* K. ♀ ist also ein ausgesprochener Schenkelsammler. Sie trägt den eingesammelten Blütenstaub wie die meisten anderen Andrenenarten und zum Unterschied von den vier vorhergehenden Formen wieder trocken ein, ohne ihn erst nach voraufgegangener Anfeuchtung zu einem Klumpen zusammenzuballen. Für das Eintragen des Pollens kommen in erster Linie in Betracht die Coxa, dann vor allem der Trochanter mit seiner langen Haarlocke, weiter der Femur mit der eigenartig angeordneten Behaarung seiner Vorder- und Hinterseite und endlich die Tibia mit ihrer ganzen, dichten Haarbekleidung. Gleichzeitig aber besitzen die Andrenenweibchen zum Eintragen des Pollens noch eine eigenartige Vorrichtung, die nach SCHMIEDEKNECHT allen, nach ALFKEN dagegen nur folgenden Arten zukommt: *Andrena propinqua*, *A. combinata* Christ., *A. separanda* Schmied., *A. congruens* Schmied., *A. moesarii* Schmied. und *A. punctatissima* Mor. Es sind die Seiten des Metanotum nämlich mit langen, gekrümmten und gefiederten Haaren dicht besetzt, die in gleicher Weise wie die Sammelhaare des Beines selbst stark beim

Sammeln mitwirken. *Andrena* besitzt deshalb einen noch erheblich stärker ausgeprägten Sammelapparat als *Anthophora*. Zwar ist die Hinterseite der hinteren Extremität von *Andrena* nicht so stark bürstenartig entwickelt, da die Bürstenfunktion in der Hauptsache das Mittelbein übernommen hat, doch ist die Behaarung der Tibia auf der Vorderseite erheblich intensiver, der bürstenartige Charakter auf der Hinterseite des ersten Tarsengliedes stärker ausgeprägt. *Andrena* vereinigt somit fast alle bisher aufgetretenen, durch Anpassung ans Pollensammeln hervorgerufenen Erscheinungen in sich. Tarsus und Tibia sind fast ebenso stark differenziert wie bei *Anthophora*, der Femur zeigt in der Gestalt und Behaarung ungefähr die Verhältnisse von *Halictus*, zudem ist eine Trochanterlocke stark ausgeprägt und endlich wird noch eine eigenartige Brustlocke als Hilfsorgan beim Sammeln herangezogen. Dazu kommt, daß sich die Hinterseiten von Tibia und Metatarsus des Hinterbeines im Verein mit der Hinterseite des Mittelbeines in ausgezeichneter Weise gleichzeitig dem Abstreifen des Blütenstaubes angepaßt haben und sich somit gegenseitig zu einem vorzüglichen Bürstenapparat ergänzen. Diese starke und weitgehende Anpassung an das Pollensammeln ist um so merkwürdiger, als *Andrena* nach den Mundwerkzeugen eine sehr niedrigere Stellung einnimmt.

Hier hält die Ausbildung des Pollensammelapparates also bei weitem nicht Schritt mit der Ausbildung der Mundteile. Diese Tatsache wird sich vielleicht so erklären, daß die *Andrenen* mehr Pollen- als Nektarsammler sind. Der Pollen soll nach SAJÓ ja auch wegen seines weitaus größeren Gehaltes an eiweißartigen Bestandteilen zum Aufbau des Bienenkörpers, also vor allem auch bei der Ernährung der Larven sehr viel wichtiger sein als der Blumennektar, der nur wenig Stickstoffverbindungen enthalten soll. Nach den Mundwerkzeugen zeigt *Andrena* große Ähnlichkeiten mit *Halictus*. Auch hier am Pollensammelapparate lassen sich dementsprechend auch manche Übereinstimmungen, besonders in der Art der Anordnung der Behaarung (Femur) erkennen. Phylogenetisch gehört ja auch *Andrena*, wie schon gesagt, nicht hierher; sie wäre nach ihrem Sammelapparate neben *Panurgus* von *Colletes* abzuleiten. Ich habe sie jedoch erst hier besprochen, weil sie eben alle bisher aufgetretenen Erscheinungen in ihrem Pollensammelapparate vereinigt. Als einziger Nachteil gegenüber den vorhergehenden Arten von *Eucera*, *Melitta*, *Macropis* und *Anthophora* wäre nur der zu nennen, daß An-

*drena fuscipes* K. ♀ den eingesammelten Pollen nicht anfeuchtet und zusammenballt. Aber durch die Zuhilfenahme der Haarbekleidung des Femurs, wie auch der Trochanter- und Brustlocke ist die heimgetragene Pollenmasse der Andrenenweibchen gar noch größer als bei den zusammengeballten Pollenklümpchen jener vier Arten. Zudem gibt es aber auch vereinzelt Andrenenarten, deren Weibchen wieder von dem Mittel des Anfeuchtens der Pollenmassen Gebrauch machen; eine solche Art ist

***Andrena labialis* K. ♀.**

(Varietät: *labiata* Schenck.)

[*Andrena Schencki* Mor.]

Sie zeigt auf der Hinterseite des Femurs (Taf. III, Fig. 20) eine merkwürdige Anpassung an diese Erscheinung, die beträchtlich von der eben beschriebenen Andrenenart abweicht. Die obere Hälfte dieser Seite trägt glatte, steife und kurze Haare, die distalwärts sehr viel dichter stehen als proximalwärts. Sie werden nach unten hin vorschreitend allmählich länger und bilden schließlich eine Reihe starker Borsten, die fast diagonal von der Ansatzstelle der Tibia nach dem Trochanter hin verläuft. Besonders lang sind die Borsten am distalen Ende des Femurs, nach dem Trochanter hin werden sie kürzer, aber stärker. Unterhalb der Borstenreihe ist zunächst eine vollkommen haarlose Stelle; erst allmählich zeigen sich auf der Unterseite des Gliedes wieder in spärlicher Dichte längere und gefiederte Haare. Eine Art Körbchenbildung ist es gewissermaßen, die hier zum ersten Male auftritt, denn wie ich an Weibchen dieser Art, die auf Papilionaceen sammelten, beobachten konnte, war der Raum auf der unteren Hälfte der Hinterseite dieses Gliedes unterhalb jener Borstenreihe dicht mit feuchtem Pollen beladen, der von den Borsten und den spärlich verteilten Haaren der Unterseite gehalten wurde. Natürlich waren außerdem auch die anderen Sammelhaare der übrigen Glieder mit Pollen versehen. Dies wäre gleichzeitig ein wesentlicher Fortschritt gegenüber der vorhergehenden Art *Andrena fuscipes* K., so daß diese Art in der Entwicklungsreihe noch höher zu stellen ist als jene. Es kann diese eigenartige Bildung am Femur als eine Konvergenzerscheinung zu den Körbchenbildungen an den Außenseiten der Tibien von den sozialen Apiden *Bombus* und *Apis* angesehen werden, doch ist sie den Körbchenbildungen durchaus nicht gleichwertig. Wie wir gleich sehen werden, ist mit der typischen Körbchen-

bildung gleichzeitig eine Aushöhlung des betreffenden Gliedes verbunden, die hier vollständig fehlt und nicht einmal angedeutet wird. Dann zeigt sich diese Erscheinung bei *Andrena* im Gegensatz zu *Bombus* und *Apis* an der Hinterseite des Femurs und nicht an der Außenfläche der Tibia. Vor allem aber ist endlich das typische „Körbchen“ das einzigste Organ, das zum Eintragen des Blütenstaubes benutzt wird, während in dem vorliegenden Falle bei *Andrena* außer der Bildung am Femur auch alle anderen Glieder unter Ausnahme der Tarsenglieder beim Eintragen helfen.

Untersucht habe ich ferner von der Gattung *Andrena* noch die beiden Arten *Andrena denticulata* K. ♀ und *Andrena Shawella* K. ♀. Sie zeigen, wenn von geringen Schwankungen in der Dichte und Länge der Behaarung abgesehen wird, dieselben Verhältnisse wie *Andrena fuscipes* K. ♀.

Die höchst ausgebildeten Formen des Pollensammelapparates finden wir endlich bei den sozialen Bienen, bei den Gattungen **Bombus** und **Apis**. Es sind die „Körbchenbildungen“, die hier in ihrer typischen Ausbildung uns begegnen und zu denen Übergangsstadien vollkommen fehlen. Die bei *Andrena labialis* K. ♀ auftretende Art von Konvergenzerscheinung kann jedenfalls als solche nicht angesehen werden, da sie sich in ganz prinzipieller Weise von dieser typischen Körbchenbildung unterscheidet. So ist es, wie wir bereits gesehen haben, vor allem bei *Bombus* und *Apis* die Außenfläche der Tibia, bei *Andrena* jedoch die Hinterseite des Femurs, die solche Körbchenbildung zeigt. Ferner ist bei den sozialen Bienen mit dieser Bildung zum mindesten eine Abplattung des betreffenden Gliedes verbunden, die dem Femur der *Andrenen*arten vollkommen abgeht. Endlich ist das Eintragen des Pollens bei *Bombus* und *Apis* ausschließlich auf das Körbchen beschränkt, während bei *Andrena* außerdem auch andere Glieder herangezogen werden. Die große, nach der äußerst verschiedenartigen Lebensweise zu folgernde Lücke zwischen den solitären und sozialen Bienen zeigt sich eben auch hier in der Ausbildung des Pollensammelapparates.

Die einfachste Form besitzt von den sozialen Bienen zweifellos die Gattung *Bombus*, von der ich die Art

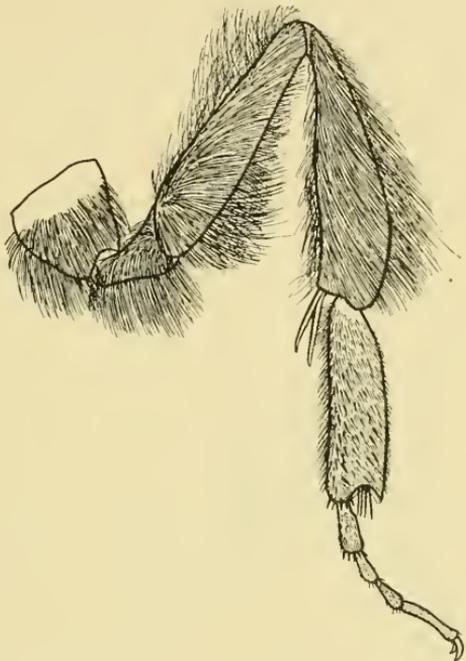
### ***Bombus agrorum* F.**

untersuchte.

Das Hinterbein des Männchens (Textfig. 23). Sämtliche Glieder, besonders Tibia und erster Tarsus, sind abgeplattet, je-

doch sind die Breitseiten hier zum Unterschied von den solitären Bienen mehr nach außen bzw. nach innen gerichtet.

Merkwürdig stark ist im Verhältnis zu dem langgestreckten und schmalen Trochanter die fast dreieckige Coxa ausgebildet. Der äußerst lange und schlanke Femur ist in seinem proximalen Abschnitte nach oben vorgewölbt. Auch die Tibia ist langgestreckt und nicht sehr breit. Etwas unterhalb der ersten Hälfte ihrer Länge erreicht sie ihre größte Stärke, um dann distalwärts langsam wieder schwächer zu werden. Ähnlich dem Männchen von *Anthophora* zeigt auch hier der Metatarsus die eigentümliche Erscheinung einer mächtigen Verbreiterung. Da er distalwärts langsam an Breite zunimmt, ist die nach vorn gerichtete Kante gerade, die nach hinten gerichtete schwach gekrümmt. Zudem ist seine Außenfläche etwas ausgehöhlt.



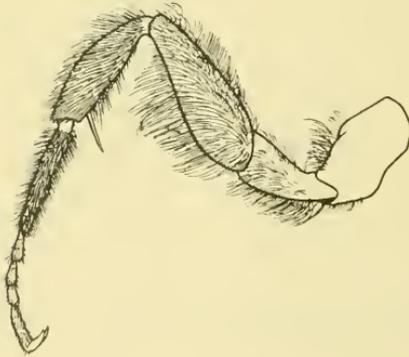
Textfig. 23. *Bombus agrorum* F. ♂.  
Linkes Hinterbein (Außenseite). Vergr.  
 $8\frac{2}{3} : 1$ .

Während Coxa und Trochanter überall, Femur und Tibia dagegen nur auf ihrer Außenseite gleichmäßig von langen, schwachen und gefiederten, Haaren bestanden sind, ist die Innenseite des Femurs höchst unregelmäßig, die der Tibia gleichförmig von winzig kleinen Härchen bewachsen. Die Innenseite des Metatarsus trägt lange, steife und schräg abwärts verlaufende Haare in großer Dichte, während die Außenseite ähnlich der Gattung *Anthophora* ♀ kräftige Borsten in allerdings größerer Dichte zwischen winzig kleinen, kaum sichtbaren Härchen aufweist.

Das **Mittelbein der Arbeiterin** (Textfig. 24) hat ein von den Mittelbeinen der solitären Bienen ganz verschiedenes Aussehen, doch spielt es beim Sammeln auch hier eine Rolle und zeigt dementsprechend auch die diesbezüglichen Anpassungen. So schreibt HOFFER über die sammelnde Tätigkeit der Hummel:

„Die Hummel taucht ihren Vorderkörper (mitunter auch den ganzen Körper) tief in die Blüte und bringt durch reibende und wetzende Bewegung soviel Blütenstaub als möglich auf ihren haarigen Körper, so daß er mitunter ganz gefärbt ist; nun bürstet sie mit den zwei ersten Fußpaaren denselben nach vorn zum Munde, dort kaut und knetet sie ihn mit Honigsäften und ihrem Speichel zu einem festen, klebrigen Teig, packt diesen wieder mit den Füßen und drückt ihn nun mit Hilfe der Mittelbeine fest auf die Körbchen der Hinterschienen“. Am stärksten zum Ausdruck kommt diese Anpassung in der Art der Behaarung.

Doch ist hinsichtlich der Gestalt der Glieder zunächst zu bemerken, daß die Coxa klein und stummelartig, der Trochanter



Textfig. 24. *Bombus agrorum* F. ♀. Linkes Mittelbein (Außenseite). Der Metatarsus ist schräg gerichtet, erscheint daher schmaler als er in Wirklichkeit ist. Vergr.  $8\frac{2}{3} : 1$ .

lang und gerade gestaltet ist, daß der Femur proximal eine starke und kolbenartige Verdickung zeigt, die dann zusehends nach der Tibia hin verschwindet, daß ferner die Tibia selbst merkwürdig klein und in ihrer Mitte gewölbt, der Metatarsus endlich im Gegensatz zu allen anderen Gliedern abgeplattet und stark verbreitert ist.

Coxa, Trochanter und Femur sind ohne besondere Regelmäßigkeit von langen und schwachen Haaren bewachsen, die bei der Bürstentätigkeit infolge ihrer Beschaffenheit kaum in Betracht

kommen können. Tibia und Metatarsus sind es, die die oben erwähnte Tätigkeit in erster Linie zu verrichten haben. Außen-, Vorder- und Hinterseite der ersteren tragen in großer Dichte lange, steife und sich schräg um das Glied herumlegende Haare, die zunächst die Funktion der Bürste erfüllen. Die Innenseite ist haarlos, wodurch das Tierchen in vorzüglicher Weise befähigt wird, den „zu einem festen, klebrigen Teig“ zusammengekneteten Pollen „fest auf die Körbchen der Hinterschienen“ anzudrücken. Die Haare der Tibia werden in ihrer Bürstentätigkeit dann unterstützt durch die kurzen, starren und borstenartigen Haare des

ersten Tarsengliedes, die auf der Innenseite kräftiger entwickelt sind als auf der Außenseite.

Das **Hinterbein der Arbeiterin** (Taf. III, Fig. 21 a u. b) fällt sofort wegen der auffallenden Korbchenbildung ins Auge.

Hinsichtlich ihrer Gestalt sind zunächst Coxa, Trochanter und Femur ganz entsprechend der hinteren Extremität des Männchens ausgebildet. So ist auch hier die Coxa stark entwickelt und fast dreieckig gestaltet, der Trochanter lang und schmal ausgebildet und der Femur in seinem proximalen Abschnitte oben entsprechend stark vorgewölbt. Umbildungen haben nur die Tibia und der Metatarsus erfahren. Bei verhältnismäßig gleicher Länge ist erstere beträchtlich stärker ausgeprägt. Fast gleichschenkelig dreieckig gestaltet, ist sie im Gegensatz zu den vorausgehenden Gliedern derartig stark komprimiert, daß sie direkt wie eine dreieckige Platte erscheint, zudem ist ihre Außenfläche wie eine flache Schale ganz schwach nach innen eingedrückt. Im Verhältnis zum männlichen Hinterbeine hat der Metatarsus an Länge eingebüßt, dafür aber an Breite zugenommen. Nicht minder stark abgeplattet wie die Tibia, besitzt er die Gestalt einer rechteckigen Platte, die nur in der Mitte ihrer nach hinten gerichteten Kante schwach vorgewölbt ist. Proximal beginnt er mit dünnem Stiel, nimmt dann plötzlich an Breite zu und bildet an der proximalen, nach hinten gerichteten Ecke einen zahnartigen Fortsatz, den sogenannten „Fersenhenkel“. Letzterer ist jedoch keine Anpassung an das Sammeln des Blütenstaubes, bildet vielmehr eine Ergänzung der sogenannten „Wachszange“, indem er durch Bewegung gegen eine aus kleinen, starken Zähnen bestehende Zahnreihe der inneren Unterkante der Tibia die zwischen den Hinterleibssegmenten ausgeschwitzten Wachsplättchen abschneidet.

Und ähnlich der Gestalt weichen Coxa, Trochanter und Femur auch hinsichtlich ihrer Behaarung nur wenig vom männlichen Hinterbeine ab. Sie besteht auch hier aus längeren, schwachen und gefiederten Haaren. Nur die Innenseite des Femurs ist insofern regelmäßiger behaart, als sie in ihrer Mitte zahlreiche, winzig kleine Härchen trägt, die distalwärts an Größe ab-, an Dichte zunehmen. Groß sind im Vergleich zur hinteren Extremität des Männchens die Unterschiede in der Behaarung der Tibia und des Metatarsus. Zunächst ist die ganze, schwach schalenartig eingedrückte Außenfläche der Tibia vollständig haarlos. An den Kanten jedoch erheben sich recht lange, glatte und steife, fast

borstenartige Haare, die wie ein dichter Zaun die ganze eingedrückte Fläche ringsum umgeben. An der distalen und der nach hinten gerichteten Kante sind diese Haare direkt zu einer Reihe angeordnet, stehen also regelmäßig nebeneinander, während sie an der nach vorn gerichteten Kante unregelmäßig in mehreren Reihen stehen. Das Ganze bildet also das den sozialen Bienen so charakteristische Körbchen, mit dem allein die Pollenmasse heimgetragen wird. Und zwar wird der eingesammelte Blütenstaub auch hier zu einem linsenförmigen Klumpen dicht zusammengeballt, der nach HOFFER in dem Körbchen festgehalten wird, zunächst infolge seiner Klebrigkeit, die er durch das Kneten mit Honigsäften und Speichel im Munde schon erhalten hat, dann durch die steifen Körbchenhaare und endlich noch durch ein besonderes Sekret, das diese Haare liefern sollen und das HOFFER „Haaröl“ nennt. Und wie die Außenfläche allein dem Eintragen des Pollens dient, so hat die Innenfläche der Tibia im Verein mit der Innenfläche des ersten Tarsengliedes, letztere in weit stärkerem Maße als erstere, allein das Abstreifen des Blütenstaubes übernommen. Die ganze Hinterseite der Tibia ist in ähnlicher Weise wie beim Männchen dicht mit kleinen, straffen und abwärts gerichteten Haaren besetzt, die hier nur zum Unterschied vom Männchen sehr viel stärker ausgeprägt sind. Im Gegensatz zum Männchen trägt die Unterkante der Tibia noch eine Reihe kurzer, starker, zähnenartiger Gebilde, die jedoch vor allem zum Abnehmen der Wachtblättchen Verwendung finden. Entsprechend der Bürstenfunktion des Metatarsus zeigt die Innenfläche dieses Gliedes einen aus kurzen, steifen Borsten bestehenden, dichten Haarbesatz, im Gegensatz zur Außenfläche, die nur wenige, starke Borsten unregelmäßig zwischen kleinen, schwachen Härchen verstreut zeigt.

So hat sich der Sammelapparat hier aufs weitgehendste differenziert. Das eigentliche Eintragen des Pollens wird nur noch von der Außenfläche der Tibia, das Abstreifen des Blütenstaubes, wenn wir vom Vorder- und Mittelbein absehen, nur noch von der Innenfläche des Metatarsus und in geringem Maße noch von der Tibia besorgt.

Ganz ebenso liegen die Verhältnisse bei der **Königin**, die ja zur Zeit der Nestgründung ebenfalls noch Pollen sammelt und die erst später, wenn die ersten Arbeiterinnen vorhanden sind, das Geschäft des Sammelns diesen ganz überläßt und sich selbst in ihrem Stocke dann ausschließlich nur noch der Eiablage widmet.

Das **Hinterbein der Königin** gleicht dem Hinterbein der Arbeiterin vollkommen, wenn von dem mächtigeren Bau der einzelnen Glieder, der ja auch nur durch die stärkere Körpergröße des Tierchens bedingt wird, abgesehen wird.

Am weitesten differenziert ist endlich der Pollensammelapparat der Honigbiene,

### **Apis mellifica,**

die somit das Endglied der Reihe darstellt. Betrachten wir sofort das

**Hinterbein der Arbeiterin** (Taf. IV, Fig. 22 a und b). Coxa, Trochanter und Femur gleichen fast vollkommen, sowohl in ihrer Gestalt wie in ihrer Behaarung, dem Hinterbeine der Hummelarbeiterin. Da jedoch hier bei der Honigbiene Tibia und vor allem auch erster Tarsus noch erheblichere Verbreiterungen erfahren haben, erscheinen die drei erstgenannten Glieder im Verhältnis schlanker und beträchtlich schmaler. Tibia und Metatarsus also sind es, die in ihrer Entwicklung weiter fortgeschritten sind. War die Tibia bei der Hummel in ihrem unteren Durchmesser dem Durchmesser des Femurs in seinem proximalen, verdickten Ende ziemlich gleich, so ist die Tibia hier bei der Honigbiene in ihrer Basis geradezu doppelt so breit wie der Femur. Dadurch wird das gleichschenklige Dreieck größer, mithin also auch der Raum zur Aufnahme des Blütenstaubes, wodurch die sammelnde Honigbiene eine weitaus größere Pollenmenge heimzutragen befähigt wird. Außerdem aber ist die von Haaren völlig freie Außenfläche der Tibia mehr noch ausgehöhlt als bei der Hummel, wodurch die Möglichkeit der Ausbeute noch vergrößert wird, was wiederum ein Fortschritt gegenüber *Bombus* ist. Und endlich sind die das „Körbchen“ umgebenden Haare straffer und borstenartiger, auch sind sie an der Vorderkante etwas regelmäßiger gestellt, was wiederum eine Eigenschaft fortschrittlicher Natur gegenüber der Hummel bedeutet. Dieser ganze Raum wird ähnlich wie bei der Hummel mit dem zu einem mächtigen linsenförmigen Klumpen zusammengeballten, feuchten Pollen angefüllt. Nach den neuesten Beobachtungen von STADLER (Die Biologie der Biene, Würzburg 1911) weicht dabei die Honigbiene in einem geringen Unterschiede von der Hummel ab, denn STADLER schreibt: „Wenn eine Biene Pollen sammelt, steht sie erst fliegend vor einer Blüte (z. B. vor einem blühenden Weidenkätzchen) und schleudert Speichel aus der Speichelspritze ihres Rüssels sowie

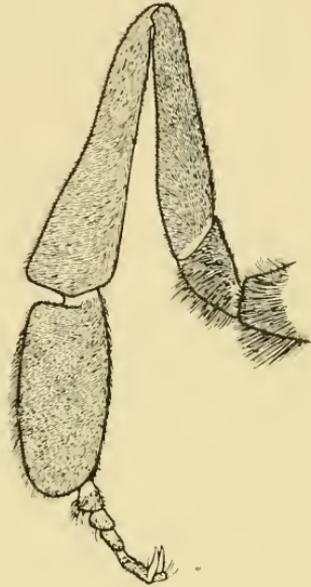
Honig gegen die Staubbeutel, läßt sich dann auf der Blüte nieder, knetet mit den Oberkiefern den durch die Anfeuchtung zähklebrig gewordenen Blütenstaub und bürstet ihn in die Körbchen ihrer Hinterbeine, so daß er hoch gehäuft auf diesen als Höschen von Senfkorn- bis Halblinsengröße liegt.“

Die Innenfläche der Tibia ist in gleicher Weise wie bei der Hummel behaart, doch kommen die Haare, da sie weniger lang und außergewöhnlich zart gebaut sind, kaum noch als Bürstenhaare in Betracht, so daß die Tibia hier ausschließlich die Funktion des Polleneintragens übernommen hat. Bei der Anpassung an diese einzige Funktion hat das Glied sogar die beiden Sporen eingebüßt, die ursprünglich zu Stützzwecken vorhanden waren. Und wie die Tibia ausschließlich dem Eintragen des Pollens dient, so dient der Metatarsus hier endlich ausschließlich dem Abbürsten des Blütenstaubes. Er ist hier in Anpassung an diese Funktion zunächst derartig stark verbreitert, daß er an Breite die Tibia noch übertrifft. Im übrigen aber gleicht er in seiner Gestalt dem ersten Tarsus der Hummel. Auch die Außenflächen sind sich in ihrer Behaarung gleich. Die Bürstenhaare der Innenfläche jedoch, die bei der Hummel unregelmäßig borstenartig dicht nebeneinander standen, sind hier direkt zu langen, regelmäßigen Reihen angeordnet; dabei sind die straffen Haare nach unten gerichtet und derartig lang, daß die Haare der einen Reihe die der nächstfolgenden Reihe dachziegelartig überdecken. (In der Figur sind die Haare absichtlich etwas kürzer gezeichnet, um die Reihenbildung deutlicher hervortreten zu lassen.) Es ist die schönste Anpassung an das Abbürsten des Blütenstaubes und ein sehr großer Fortschritt in der Entwicklung des Sammelapparates gegenüber der Hummel.

Das **Mittelbein der Arbeiterin** gleicht ziemlich dem entsprechenden Beine der Hummel. Nur ist der Femur länger und hinten nicht so stark vorgewölbt, auch trägt die Tibia auf der Innenseite Haare. Im übrigen aber zeigt die Außenseite dieselben bürstenähnlichen Haare wie bei der Hummel, ferner ist der erste Tarsus ebenso sehr verbreitert und besonders seine Innenseite dicht mit langen Borstenhaaren bestell.

Ein höchst auffallendes Aussehen gewinnt das **Hinterbein der Drohne** (Textfig. 25) wegen der überaus starken Verbreiterung des ersten Tarsengliedes, das an Breite dem Metatarsus der Arbeiterin durchaus nicht nachsteht. Coxa, Trochanter und Femur gleichen in ihrer Gestalt genau dem Hinterbein der Arbeiterin,

die Tibia hat mehr das Aussehen eines rechtwinkligen Dreiecks, ist stark abgeplattet und distalwärts wesentlich breiter als proximalwärts. Während Coxa und Trochanter feine und lange Haare tragen, zeigen alle anderen Glieder nur winzig kleine Härchen, die erst bei stärkerer Vergrößerung sichtbar sind. Wegen der so auffallenden Verbreiterung des ersten Tarsengliedes sollte man fast annehmen, daß man es hier mit einer erblichen Übertragung vom weiblichen aufs männliche Geschlecht zu tun hat. Als Anpassung an den Begattungsakt kann diese Verbreiterung schwerlich entstanden sein, obgleich das erste Tarsenglied eine leichte derartige Anpassung zeigt in Gestalt einer stärkeren Verbreiterung, die die nach vorn gerichtete Kante erfahren hat, und die sich auch auf die übrigen Tarsenglieder überträgt. Dadurch erhalten alle diese Glieder, besonders der erste Tarsus, mehr oder weniger die Gestalt eines Keiles, dessen scharfe Kante nach hinten gerichtet ist.



Textfig. 25. *Apis mellifica* L. ♂. Rechtes Hinterbein (Außenseite). Vergr.  $S^{\frac{2}{3}}$  : 1.

Von besonderem Interesse muß endlich das **Hinterbein der Königin** (Taf. IV, Fig. 22c) sein, deren abgeänderte Lebensweise ja zum vollen Verzicht auf das Pollensammeln geführt hat. Die Königin hat jene sekundär erworbene Erscheinung der Körbchen- und Bürstenbildung an Tibia und erstem Tarsengliede wieder völlig eingebüßt. In der Gestalt gleichen die einzelnen Glieder noch dem Hinterbein der sammelnden Arbeiterin, nur ist der erste Tarsus etwas länger. Vor allem aber sind Tibia und erster Tarsus nicht minder abgeplattet. Dagegen ist die Körbchenbildung an der Tibia und die Bürstenbildung am Metatarsus völlig wieder verschwunden. Fast erscheinen beide Glieder völlig nackt infolge der winzig kleinen, abwärts gerichteten und nur mit stärkerer Vergrößerung sichtbaren Härchen. Nur die Außenfläche der Tibia trägt überall längere, doch ebenfalls außerordentlich feine Härchen, die sich in ähnlicher Weise wie bei den solitären Bienen schräg um das Glied herumlegen. Es ist also nicht die entfernteste

Ähnlichkeit mehr mit der Körbchen- und Bürstenbildung der Arbeiterin zu bemerken. Dagegen läßt sich die Einrichtung der „Wachszange“ noch schwach erkennen; so zeigt sich am ersten Tarsus noch der „Fersenhenkel“, und an dem entsprechenden Unterrande der Innenfläche der Tibia treten noch längere, steife Borsten auf, die die Reste der zähnenartigen Gebilde der pollensammelnden Honigbiene darstellen.

## II. Sekundäre Rückbildungen des Pollensammelapparates bei Schmarotzerbienen und *Systropha*.

Von besonderem Interesse muß auch eine Untersuchung der hinteren Extremität der Schmarotzerbienen sein, die infolge ihrer parasitischen Lebensweise das Pollensammeln vollständig aufgegeben haben. Der Einfluß dieser abgeänderten Lebensweise macht sich bei den verschiedenen Formen nämlich mehr oder weniger stark im Bau und in der Beschaffenheit der Hinterbeine bemerkbar, indem diese durch sekundäre Rückbildungen des Pollensammelapparates, durchweg ein verschiedenes Aussehen angenommen haben. Doch lassen die einzelnen Formen, vor allem in der Anordnung der Behaarung sehr wohl noch erkennen, daß die Schmarotzerbienen aus Sammelbienen ihren Ursprung genommen haben.

Als erste Art sei die vermutlich erst in jüngster Zeit zum Schmarotzertum übergegangene Art

### *Sphecodes reticulatus* Thoms. ♀

angeführt. Speziell über diese Gattung *Sphecodes* hat man sich bis vor kurzem noch viel gestritten, ob sie überhaupt zu den Sammelbienen oder zu den Schmarotzerbienen zu rechnen sei. SCHMIEDEKNECHT stellt sie in seiner Einteilung der Bienen in „Die Hymenopteren Mitteleuropas“ als 24. Gattung noch zu den solitären Sammelbienen. THOMSEN hält sie für eine bei *Halicetus* lebende parasitische Gattung und auch ALFKEN spricht sie jetzt als Schmarotzerbiene an, da er von drei verschiedenen Arten die parasitische Lebensweise genau beobachtet hat. Es sind dies: *Sphecodes rubicundus* Hagens, die bei *Andrena labialis* K., *Sphecodes pilifrons* Thoms. und *Sphecodes similis*, die beide bei *Andrena sericea* Chr. und bei *Andrena argentata* Sm. schmarotzen. Erstere Beobachtung, die schmarotzende Lebensweise von *Sphecodes rubicundus* Hagens bei *Andrena labi-*

alis K. war auch bereits von den englischen Forschern F. W. L. SLADEN und EDWARD SAUNDERS gemacht worden (vgl. Ent. Mo. Mag. XXXIII, p. 256 und XXXIV, p. 213). Endlich haben jetzt drei verschiedene Sammler an ALFKEN die Mitteilug gemacht, daß sie sämtlich die Art *Sphecodes gibbos* L. aus dem Neste von *Halictus quadricinctus* F. gezüchtet haben. Damit ist aber mit sehr großer Wahrscheinlichkeit der Nachweis erbracht, daß die Gattung *Sphecodes* in der Tat Schmarotzerbiene ist. Leider stand mir bei meiner Untersuchung von dieser Gattung allein die Art *Sphecodes reticulatus* Thoms. zur Verfügung. Trotzdem aber möchte ich auf Grund des Baues und der Beschaffenheit der hinteren Extremität dieser Art im Vergleich zu der hinteren Extremität der *Andrena*-arten jetzt weitergehen und direkt sagen, daß die Gattung *Sphecodes* aus der Gattung *Andrena* selbst ihren Ursprung genommen hat. Denn es gleicht, um nur ein Beispiel anzuführen, das Hinterbein des Weibchens von *Sphecodes reticulatus* Thoms. fast vollkommen in nahezu allen Einzelheiten dem entsprechenden Hinterbeine von *Andrena fuscipes* K. ♀.

Das **Hinterbein des Weibchens** (Taf. IV, Fig. 23) von *Sphecodes reticulatus* Thoms. unterscheidet sich von dem letzterer Art eigentlich nur dadurch, daß die einzelnen Glieder etwas länger und nicht so stark entwickelt sind und daß ihre Behaarung nicht so intensiv ausgeprägt ist. Coxa und Trochanter gleichen vollkommen denen von *Andrena*, nicht nur hinsichtlich ihrer Gestalt, sondern auch bezüglich ihrer Behaarung. So zeigt sich vor allem auch am Trochanter die lange, auffallende und gekrümmte Haarlocke, der flocculus. Der Femur ist zwar etwas weniger säbelförmig gestaltet, und die Haare der Hinterseite dieses Gliedes sind nicht ganz so lang entwickelt. Trotzdem erkennt man aber auch hier die Anordnung der Haare von *Andrena* wieder, denn auf der unteren Hälfte der Hinterseite werden die Haare länger und sind hier zudem stark gefiedert. Ebenso wie bei *Andrena* zeigt auch der Femur über der mächtig entwickelten ovalen Platte der Tibia einen auffallenden, starken Haarschopf. Die Tibien sind sich wieder fast vollkommen gleich, nur ist die Tibia von *Sphecodes* etwas länger ausgebildet und weniger dicht mit Haaren besetzt. Dasselbe gilt vom ersten Tarsenglied, das außerdem an Breite etwas eingebüßt hat, das aber doch auch hier wie bei *Andrena* in eine Spitze ausgezogen ist. Vor allem zeigt sich an der Innen- und Unterkante dieses Gliedes ganz ebenso

wie bei *Andrena* noch die starke, lange und auffallende Borstenreihe, und selbst die bei *Andrena* am Hinterrande des zweiten Tarsengliedes stark entwickelten Borsten sind hier in entsprechender Weise ausgeprägt.

Nicht ganz so deutlich tritt die nahe verwandtschaftliche Beziehung mit *Andrena* am **Mittelbeine des Weibchens** von *Sphécodes reticulatus* Thoms. hervor. Dieses hat vor allem in Bezug auf die Größe und Gestalt der verschiedenen Glieder stärkere Abweichungen erlitten, doch ist die Behaarung, wenn ebenfalls von der geringeren Dichte abgesehen wird, in ihrer Anordnung fast ganz die einer Sammelbiene.

Ganz schwach erkennen läßt sich die Beziehung zu den pollensammelnden Verwandten und Vorfahren auch noch bei den höchst spezialisierten parasitischen Formen, von der ich die folgende Art der Gattung *Nomada* untersucht habe.

### ***Nomada rufipes* Fabr. ♀.**

*Sphécodes* war ein Beispiel beginnender, *Nomada* ist ein solches von vollendetster Rudimentation. Gleichzeitig bildet *Sphécodes* ein Beispiel, wo der Parasit dem Wirt verwandt ist, wo ersterer also phylogenetisch aus letzterem abgeleitet werden kann, während hier bei *Nomada* Wirt und Parasit (*Nomada* schmarotzt bei *Andrena*, *Panurgus* und *Halictus*?) in keinen verwandtschaftlichen Beziehungen zueinander stehen.

Das **Mittelbein des Weibchens** (Textfig. 26). Über die Gestalt der Glieder ist nicht viel zu sagen. Coxa und Trochanter sind wie stets beim Mittelbein gestaltet. Der Femur zeigt auf der Unterseite in seinem proximalen Ende eine starke Vorwölbung. Die Tibia ist wesentlich kleiner als der Femur und keulenförmig ausgeprägt. Erst beim ersten Tarsengliede, das ja auch beim Mittelbein der sammelnden Formen zumeist mehr oder weniger starke Differenzierungen in seiner Breite erlitten hatte infolge der Anpassung an das Abbürsten des Blütenstaubes, zeigt sich die starke sekundäre Rudimentation in sehr hohem Maße. Es ist lang und schmal, an Breite nicht einmal stärker als die folgenden Tarsenglieder, zudem schwach nach außen gekrümmt.

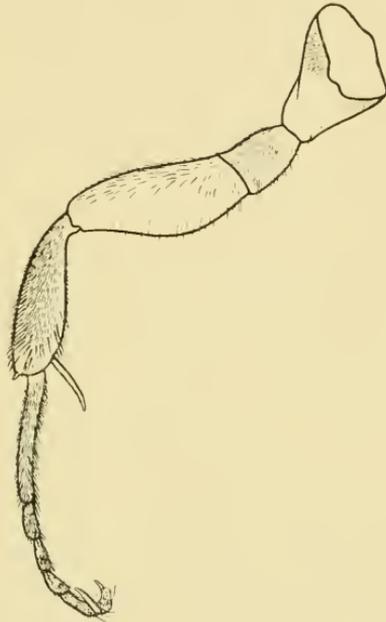
Und ebenso stark zeigt sich die Rudimentation in der Behaarung. Die Coxa ist fast nackt. Der Trochanter trägt unregelmäßig auf der Vorderseite wenige Härchen in etwas größerer Dichte als auf der Hinterseite. Auch der Femur ist überall

ganz spärlich von Haaren bestellt, so daß alle drei Glieder keine Ähnlichkeit mehr mit sammelnden Formen zeigen. Nur bei der Tibia und dem ersten Tarsengliede läßt sich eine ganz geringe Ähnlichkeit feststellen. So ist an der Tibia die Innenseite zunächst fast haarlos; doch ist die den typischen Mittelbeinen charakteristische Haarreihe in der Mitte dieser Seite schwach erhalten. Und ganz entsprechend dem Mittelbeine von sammelnden Formen trägt die Außenseite stärkere und längere Haare in größerer Dichte als die nach außen gekehrten Hälften der Vorder- und Innenseite. Die Anordnung der Haare auf dem ersten Tarsengliede endlich ist wieder die ursprüngliche, wie sie uns schon bei *Prosopis* begegnete.

Ähnlich wie beim Mittelbein läßt sich auch beim **Hinterbein des Weibchens** von *Nomada rufipes* Fabr. (Taf. IV, Fig. 24) eine gewisse, ganz schwache Ähnlichkeit mit sammelnden Formen noch erkennen. Die Rudimentation ist jedoch so stark fortgeschritten, daß erst bei starker Vergrößerung diese Beziehungen zu pollensammelnden Formen festzustellen sind.

Die Coxa ist stark und groß ausgeprägt, der Trochanter klein und schwach gekrümmt. Der Femur ist nur auf der oberen Seite gewölbt, die untere Seite ist fast gerade ausgebildet. Die Tibia ist länger als der Femur und fast gerade kegelförmig gestaltet. Das erste Tarsenglied endlich, an Länge dem Femur nahezu gleich, ist wieder schmal und nicht mehr verbreitert.

Die Hinterseite des ganzen Beines läßt auf fast sämtlichen Gliedern noch ganz schwache Rudimente der früheren Bürstenfunktion erkennen, die Coxa am wenigsten, da sie fast haarlos ist. Stärker schon zeigt der Trochanter, vor allem aber die Hinterseite des Femurs die Reste der kleinen Bürstenhaare, die bei starker Vergrößerung an letzterem auf der oberen Hälfte fast wie Pünktchen erscheinen, die jedoch nach der Unterseite zu etwas



Textfig. 26. *Nomada rufipes* Fabr. ♀. Rechtes Mittelbein (Vorderansicht). Vergr. 18:1.

größer und länger werden. Deutlicher erhalten sind Reste der Bürstenhaare auf der Hinterseite der Tibia und des ersten Tarsengliedes; auf beiden stehen die Härchen außerordentlich dicht und sind in genau derselben Anordnung wie bei sammelnden Formen gestellt. Die Vorderseite des Beines dagegen läßt vermuten, daß *Nomada* aus einem ausgesprochenen Schienensammler hervorgegangen ist, denn Coxa, Trochanter und Femur tragen im Gegensatz zur Tibia und zum Metatarsus auf ihrer vorderen Seite nicht einmal Reste von Haaren mehr. Die Haare der Tibia sind wie stets bei den sammelnden Formen schräg nach unten gerichtet und nehmen von innen nach außen an Größe und Stärke zu, während die Haare der Vorderseite des ersten Tarsengliedes abwärts verlaufen und in spärlicher Dichte noch verhältnismäßig lang, aber fein ausgeprägt sind.

Auf andere Gründe als Parasitismus zurückzuführen ist die Rudimentation des Pollensammelapparates an der hinteren Extremität von

### ***Systropha curvicornis* Scop.**

Es sammelt das Weibchen nämlich in der Hauptsache mit den Seitenrändern des Abdomens, während es die Hinterbeine nur in ganz geringem Maße zum Eintragen des Blütenstaubes mit heranzieht. Daher auch sind die Umbildungen, die das Hinterbein des Weibchens im Vergleich zu dem des Männchens erfahren hat, nur sehr gering.

Letzteres, das **Hinterbein des Männchens**, beginnt mit einer stark ausgeprägten Coxa, der ein kurzer Trochanter folgt. Der sich anschließende Femur ist langgestreckt und schwach gewölbt, während die mit ovaler Platte versehene Tibia typisch keulenförmig gestaltet ist. Der lange und schmale Metatarsus endlich ist schwach nach außen gekrümmt.

Die Behaarung des Beines ist höchst primitiv und an fast sämtlichen Gliedern nur spärlich ausgebildet. Nur die Außenseite der Tibia und die Hinterseite des Metatarsus zeichnet sich durch den Besitz von etwas längeren Haaren aus.

Das **Mittelbein des Weibchens** besitzt wieder den typischen Bau und auch die typisch bürstenartige Behaarung. Doch ist hier besonders zu bemerken, daß der erste Tarsus nur schwach verbreitert ist und auf seiner Vorder-, mehr noch auf seiner

Außenseite recht lange und gefiederte Haare trägt. Mehr als das Mittelbein wird, wie ich es beobachten konnte,

das **Hinterbein des Weibchens** (Taf. IV, Fig. 25) zum Abbürsten des Pollens benutzt und zwar fegt es den Blütenstaub vor allem mit dem Femur, dann auch mit der Tibia und dem ersten Tarsus direkt in die dichte Seitenbehaarung des Abdomens hinein. Diese Beobachtung wird bestätigt durch die vorzüglich ausgeprägte bürstige Beschaffenheit dieser Glieder auf ihrer Hinterseite, vor allem an der des Femurs. Im übrigen gleicht das Hinterbein sehr dem Hinterbeine des Männchens. Als abweichend wäre hinsichtlich der Gestalt der Glieder nur zu bemerken, daß der Femur schwach nach oben gekrümmt, die Tibia stärker und der erste Tarsus etwas breiter entwickelt ist.

Die ganze Hinterseite des Beines ist stark bürstenartig in der üblichen Weise behaart. Ganz besonders hervorzuheben sind noch die Bürstenhaare des Femurs, die hier eine Dichte erreichen wie bei keiner anderen Form, die aber in ihrer Anordnung denen der übrigen Formen gleichen. Die ganze Vorderseite des Beines, besonders die der Tibia, gleicht dem Hinterbeine des Männchens, mit dem einzigen Unterschied, daß die Haare hier bei etwas größerer Dichte stärker entwickelt sind.

Systropha wäre zu den Schienensammlern zu stellen, denn sie sammelt in geringem Maße mit der Schiene und zum Teil auch mit dem ersten Tarsengliede. In der Hauptsache aber trägt sie den Blütenstaub mit den Haaren der Seitenränder des Abdomens ein. Während sonst der ganze Hinterleib des Tierchens auf Ober- wie Unterseite von nur ganz spärlichen und kleinen Härchen bewachsen ist, erreichen die Haare an den Seiten des Hinterleibes eine größere Dichte und beträchtlichere Länge. Sie sind beim sammelnden Weibchen dicht mit Pollenmengen beladen. Aus diesem Grunde nun aber Systropha etwa als Übergangsform zu den Bauchsammlern betrachten zu wollen, halte ich deshalb nicht für zulässig, weil zunächst die Anordnung der Sammelhaare an den Seitenrändern durchaus verschieden ist von der Anordnung der Sammelhaare auf der Unterseite des Abdomens der Bauchsammler, weil dann aber ferner DEMOLL nachgewiesen hat, daß Systropha nach der Ausbildung der Mundwerkzeuge zu den beinsammelnden Apiden gehört, die sich bezüglich dieses Gesichtspunktes von den bauchsammelnden Bienen wesentlich unterscheiden. Ich neige der Ansicht von FRIESE zu, der die Bauchsammler direkt von der Urbiene, von Prosopis, ableitet.

### III. Allgemeine Zusammenfassung der Ergebnisse.

Untersuchen wir jetzt, wie sich im einzelnen die Höherentwicklung des Pollensammelapparates vollzieht. Da ist denn zunächst zu sagen, daß durch die ganze Reihe hindurch das Bestreben geht, den eigentlichen Sammelapparat und die Bürste schließlich auf je ein einziges Glied zu konzentrieren und daß dieses Ziel von dem Endglied der Reihe, der Honigbiene, bei der die Tibia ausschließlich als Sammel-, der Metatarsus allein als Bürstenapparat fungiert, in der ausgezeichnetsten Weise erreicht wird. Die primitivste Form der Anpassung bestand jedenfalls nur in einer einfachen stärkeren Behaarung sämtlicher Glieder, ohne Umformung der Gestalt dieser Glieder, wie es uns in ziemlich reiner Form durch die Gattung *Ceratina* (Taf. I, Fig. 2) veranschaulicht wird. Dabei wird das ganze Bein sowohl auf der Vorder- wie auf der Hinterseite gleichmäßig von denselben Haaren besetzt gewesen sein, die sowohl dem Abstreifen wie dem Sammeln des Blütenstaubes dienen. (Nicht vorhandene Übergangsform von *Prosopis* zu *Ceratina*.) Dann ist langsam eine Differenzierung der Funktion der Haare eingetreten: Die Haare der Vorderseite behalten ihren ursprünglichen Charakter bei, sie sind lang, herabhängend und dienen dem Eintragen des Pollens, während die Haare der Hinterseite wesentlich wieder an Länge einbüßen und mit ihrer bürstenartigen Anordnung nur noch beim Abbürsten des Blütenstaubes Verwendung finden. Die Vorderseite des Beines wird somit Sammel-, die Hinterseite Bürstenorgan (*Ceratina*: Taf. I, Fig. 2 a und b). Diese Trennung von Sammel- und Bürstenhaaren läßt sich jetzt durch die ganze Reihe hindurch verfolgen, nur in Ausnahmefällen wie bei *Dasypoda* und *Andrena* (Taf. III, Fig. 19 b und 20) wird auch die Hinterseite nochmals wieder zum Eintragen mit herangezogen.

Allmählich wird dann die Form der Haare auch von der Anpassung an das Sammeln des Pollens ergriffen, indem die Sammelhaare der Vorderseite reich verästelt, gefiedert oder verzweigt erscheinen (*Ceratina*, *Halictoides*, *Halictus*), im Gegensatz zu den Bürstenhaaren der Hinterseite, die eben als Folge der Anpassung an das Abstreifen des Blütenstaubes kurz, vollkommen glatt und straff bleiben. (*Panurginus*: Taf. I, Fig. 5.) Je höher die Reihe hinaufsteigt, um so stärker wird diese Trennung von Sammel- und Bürstenhaaren noch betont durch die mehr und mehr zunehmende Kompression der Glieder. Sind auf den ersten

Stufen der Reihe sämtliche Glieder des Hinterbeines in der gleichen Weise am Eintragen des Pollens beteiligt, so wird allmählich diese Funktion auf gewisse Glieder des Beines hin konzentriert. Zunächst sind es Trochanter, Femur und Tibia, vor allem der Femur, die in der Hauptsache das Eintragen des Blütenstaubes übernehmen (*Ceratina*, *Rhophites*, *Halictoides*, *Halictus*, *Colletes*, *Panurgus*: Taf. I, Fig. 2, 7—12); es entstehen die typischen Schenkelsammler, die mit dem Pollensammelapparat der Gattung *Halictus* (Taf. I, Fig. 9 u. 10) ihre höchste Ausbildung erfahren. Hier wird, im Verein mit der säbelartigen Krümmung des Femurs, durch die stark differenzierten und lang herabhängenden Haare dieses Gliedes, die in ihrer Gesamtheit wie ein Paar Arme die untere Ausbuchtung des Femurs umschließen, jener Raum geschaffen, der die Tierchen in der vorzüglichsten Weise befähigt, eine sehr viel größere Pollenmenge als bei gewöhnlicher Behaarung heimzutragen. Langsam nimmt dann die Behaarung des Femurs wieder ab (*Colletes*: Taf. I, Fig. 11), und in den Gattungen (*Panurgus* (Taf. I, Fig. 12) und *Dasypoda* (Taf. II, Fig. 13) finden wir die Übergangsformen zu den höchst differenzierten typischen Schienensammlern, die in den Gattungen *Melitta*, *Macropis*, *Anthophora* usw. (Taf. II, Fig. 15—17) ihre höchst ausgebildeten Vertreter finden. Bei diesen sind es nur die Haare der Tibia und vereinzelt auch die des Metatarsus, die beim Eintragen des Blütenstaubes noch benutzt werden, bis dann endlich bei *Bombus* und *Apis* die „Körbchenhaare“ der Tibia allein das Eintragen verrichten. Die Form der Haare ist bei diesen letzten Gliedern der Reihe wieder einfach geworden: infolge Zuhilfenahme anderer Hilfsmittel beim Sammeln, wie Anfeuchten des Pollens usw., haben die vielfach verästelten, gefiederten und verzweigten Haare wieder einfachen, langen und glatten Sammelhaaren weichen müssen.

Auch die Bürstenhaare der Hinterseite konzentrieren sich ähnlich den Sammelhaaren der Vorderseite langsam auf ein einziges Glied. Sind bei den Anfangsgliedern der Reihe ebenfalls alle Glieder des Beines gleichmäßig beim Abbürsten des Blütenstaubes beteiligt (*Ceratina*: Taf. I, Fig. 2a), so werden, je höher die Reihe hinaufsteigt, Coxa, Trochanter und Femur mehr und mehr von dieser Funktion ausgeschaltet, bis schließlich bei den höchstdifferenzierten Schienensammlern (*Melitta*, *Macropis*, *Anthophora* u. a. m.) nur noch die Tibia und der Metatarsus, bei den Körbchensammlern endlich nur noch letzterer das Ab-

bürsten des Blütenstaubes vollführt. Bei letzterer Tätigkeit kommt dabei das Mittelbein (eventuell auch das Vorderbein: *Panurgus*, *Bombus*, *Apis*) der Hinterseite des Hinterbeines zu Hilfe. In der bürstenartigen Behaarung beider Beine lassen sich direkt Beziehungen nachweisen, dahingehend, daß die bürstenartige Funktion des Mittelbeines regelmäßig um so stärker ausgeprägt ist, je mehr die Hinterseite des Hinterbeines sie eingeübt hat (*Melitturga*, besonders *Andrena*: Taf. III, Fig. 18 u. 20).

Zu der ersteren Anpassung, zu der einfachen stärkeren Behaarung des Beines gesellen sich dann sehr bald auch die Anpassungen, die durch Differenzierungen und Umbildungen der Gestalt der einzelnen Glieder zum Ausdruck kommen. Zuvächst und gleichzeitig in der auffallendsten Weise macht sich dies bei der Bürste bemerkbar, die sich allmählich durch die Verbreiterung und Abplattung des ersten Tarsengliedes auf dieses Glied verlegt, wodurch langsam erzielt wird, daß dieses schließlich in der Hauptsache die Arbeit des Abstreifens des Blütenstaubes übernimmt. (*Bombus*: Taf. III, Fig. 21 b und *Apis*: Taf. IV, Fig. 22 b). Bei der Gattung *Ceratina* (Taf. I, Fig. 2 a), die die ganze Hinterseite des Beines zum Abbürsten des Pollens benutzt, zeigt sich nur eine schwache Abplattung sämtlicher Glieder. Diese Abplattung nimmt stetig in der aufsteigenden Reihe an Stärke zu, wodurch die Trennung von Sammelhaaren einerseits und Bürstenhaaren andererseits nur noch um so stärker ausgeprägt wird. (*Melitta*, *Macropis*, *Anthophora* usw.) Je mehr die Bürste auf die distalen Glieder hin konzentriert wird, je mehr erleidet der erste Tarsus durch eine stetig zunehmende Verbreiterung, außer der bereits erwähnten Abplattung, jene ganz charakteristische Umformung, die schwach bereits die Gattung *Dufourea* (Taf. I, Fig. 3) erkennen läßt, die bei *Colletes* und *Panurgus* (Taf. I, Fig. 11 u. 12) und mehr noch bei *Melitta*, *Macropis* und *Anthophora* (Taf. II, Fig. 15, 16, 17) bereits mächtig vorgeschritten ist und die bei *Bombus* und *Apis* (Taf. IV, Fig. 22) ihre höchste Ausbildung erreicht. Nur in solchen Fällen, wo der Metatarsus in der Hauptsache das Eintragen des Blütenstaubes übernommen hat, wie bei *Dasypoda* und *Xylocopa* (Taf. II, Fig. 13, 14) macht die Verbreiterung des Gliedes einer außergewöhnlich starken Verlängerung Platz. Neben der Abplattung der einzelnen Glieder treten alsbald auch die ersten Umformungen in der Gestalt der Glieder auf. Der Femur erleidet allmählich eine mehr und mehr säbelartige Krümmung, die sich in

typischer Weise, eben als Anpassungserscheinung an das Sammeln, stets bei den Schenkel-, höchst selten aber bei den Schienensammlern vorfindet und die am stärksten schließlich bei *Halictus* ausgeprägt ist (Taf. I, Fig. 9 u. 10). Je mehr dann bei den folgenden Gliedern der Reihe der Femur seine Sammeltätigkeit wieder einbüßt, je mehr verschwindet wieder diese säbelartige Krümmung, bis schließlich bei den ausgesprochenen Schienensammlern der Femur regelmäßig die Gestalt einer zum distalen Ende hin sich verjüngenden Keule hat (Taf. II, Fig. 14—17). Auch die Tibia erleidet langsam Umgestaltungen, die sich zunächst in ihrer Länge (*Dufourea*, *Camptopoeum*, *Panurginus*: Taf. I, Fig. 3, 4, 5), dann auch in ihrer Breite (*Rhophites*, *Halictoides*; Taf. I, Fig. 7 u. 8) äußern, doch läßt sich im übrigen eine unregelmäßig fortschreitende Umbildung dieses Gliedes nicht verfolgen.

Beide Anpassungen, hinsichtlich der Behaarung und hinsichtlich der Umbildung der Glieder, zusammen betrachtet, geben uns den ungefähren Weg, den die Entwicklung des Pollensammelapparates genommen hat. Die niedrigststehenden Formen waren einfache Schenkelsammler, die sowohl auf der Vorder- wie auf der Hinterseite überall gleich stark behaart waren. Langsam vollzieht sich dann die Sonderung von Sammel- und Bürstenhaaren, die gleichzeitig von einer stetig fortschreitenden Abplattung der Glieder begleitet ist. Während sich ganz allmählich eine Konzentrierung des Sammelapparates auf den Femur und die Tibia hin bemerkbar macht, die in der säbelförmigen Krümmung des ersteren im Verein mit der eigenartigen Anordnung seiner Haare auf der Unterseite bei *Halictus* (Taf. I, Fig. 9 u. 10) im höchsten Maße erreicht wird, gelangen wir zu den höchstentwickelten Schenkelsammlern, zu den Gattungen *Halictus* und *Andrena* (Taf. I, Fig. 9 u. 10, Taf. III, Fig. 19). Daneben aber hat sich gleichzeitig auch von vorn herein das Bestreben gezeigt, den Sammelapparat möglichst auf die Tibia allein zu konzentrieren, wodurch die einfachsten Schienensammler, die sog. „Trockensammler“ entstanden sind. (*Camptopoeum*, *Panurginus*: Taf. I, Fig. 4, 5.) Diese Schienensammler erreichen dann das Übergewicht; die Schenkelsammler werden langsam mehr und mehr verdrängt, indem *Coxa*, *Trochanter* und vor allem auch der *Femur* ganz allmählich durch Rückbildung ihrer stark ausgeprägten Behaarung und durch Schwund der säbelartigen Krümmung des letzteren beim Eintragen ausschalten (Übergangsformen in *Colletes*,

Panurgus, Dasyпода: Taf. I, Fig. 11 u. 12; Taf. II, Fig. 13), bis schließlich die Spitze der phylogenetischen Reihe der solitären Bienen nur noch von ausgeprägten Schienensammlern gebildet wird, die durch das Mittel der Anfeuchtung und Zusammenballung des Pollens den eigentlichen Sammelapparat schon fast ausschließlich auf die Tibia konzentriert haben. (*Eucera*, *Melitta*, *Macropis* und *Anthophora*: Taf. II, Fig. 15, 16 u. 17.) Durch letztere Eigenschaft, durch das Anfeuchten des Pollens, unterscheiden sich die hochstehenden Schienensammler in charakteristischer Weise von den niedrigstehenden, „trockensammelnden“. Auf *Anthophora* folgt eine Lücke in der Reihe, über die wir zu den höchstentwickelten Sammelapparaten, zu den „Körbchenbildungen“ der Gattung *Bombus* und *Apis* (Taf. III, Fig. 21 u. Taf. IV, Fig. 22) geführt werden. Zwar zeigt sich bei *Andrena labialis* K. ♀ eine Art von Konvergenzerscheinung zu den Körbchenbildungen, doch unterscheidet sich diese in prinzipieller Weise von der der sozialen Bienen zunächst dadurch, daß sie an der Hinterseite des Femurs, nicht aber an der Außenfläche der Tibia auftritt, dann dadurch, daß sie jegliche Abplattung oder gar Aushöhlung des betreffenden Gliedes vermissen läßt und endlich ganz typisch dadurch, daß sie hier nicht das einzigste Organ zum Eintragen des Pollens bildet. Durch letztere Eigenschaft haben endlich die Gattungen *Bombus* und *Apis* das angestrebte Ziel in vollendetster Weise erreicht. Speziell bei *Apis mellifica* ♀ wird das Sammeln nur noch von der Außenfläche der Tibia, das Abstreifen des Blütenstaubes nur noch von der Innenfläche des Metatarsus besorgt.

So sind die Anpassungen der Pollensammelapparate aller dieser verschiedenen Bienen also langsam, nacheinander, Schritt für Schritt entstanden. Fragen wir uns jetzt, welcher Art diese Anpassungen sind, so könnten wir hinsichtlich der verschiedenartig ausgeprägten Gestalt der Glieder dieser Pollensammelapparate wohl zunächst im Zweifel sein, ob eine aktive oder passive Anpassung vorliegt, während wir die höchst mannigfaltig ausgeprägten Haare der einzelnen Glieder, die im 4. Kapitel erst eingehend beschrieben werden, ohne allen Zweifel sofort als eine passive Anpassung ansprechen müssen, wenn wir unter aktiver Anpassung eine solche betrachten, die ihre Entstehung dem Einfluß einer Gebrauchswirkung verdankt, während bei einer passiven Anpassung eine solche Gebrauchswirkung vollkommen ausgeschlossen ist.

Demnächst hinsichtlich der Entstehung der äußerst variablen Gestalt und Größe der einzelnen Glieder bei den ver-

schiedenen Pollensammelapparaten könnte man vielleicht annehmen, daß sie durch funktionelle Reize ausgelöst worden sei, indem der stete Gebrauch beim Sammeln die Glieder vervollkommen habe. Doch ist dies bei der chitinartigen Beschaffenheit der Glieder ausgeschlossen. Wohl können die Muskeln im Innern der chitinartigen Auskleidung des Beines infolge der größeren, durch die Sammeltätigkeit bedingten Inanspruchnahme größer und kräftiger werden, wohl können sich als sekundäre Erscheinungen dann besonders kräftige und starke Ansatzstellen für diese Muskeln im Chitin entwickeln (vielleicht ist das Vorhandensein der ovalen Platte an dem proximalen Ende der Tibia mancher Sammelapparate so zu erklären), aber eine fördernde Ausbildung der ganzen Chitinbekleidung, die ja nichts anderes als ein totes Hautprodukt ist, ist durch Gebrauch und Übung ausgeschlossen. Denn: zwar besitzt das Chitin infolge seiner nicht allzugroßen Dicke einen gewissen Grad von Nachgiebigkeit, so daß es wohl denkbar ist, daß äußere Reize auf die Hypodermis einwirken und dadurch eine stärkere Ausscheidung von Chitin auslösen, daß also auch am Chitin aktive Anpassungen aufzutreten vermögen. So kann das Auftreten etwa vorhandener Verdickungen, Höcker und Kanten im Chitin, wie z. B. der als sekundäres Begattungsorgan gedeutete Höcker auf der Unterseite des Femurs des Hinterbeines von *Panurgus calcaratus* Scop. ♂ gedeutet werden. Soll aber gleichzeitig eine fördernde Umformung der ganzen Chitinbekleidung des Beines vorgenommen werden, wie sie doch an den Sammelapparaten vorgenommen ist, so müßten ähnlich dem Arthropodenskelett von Zeit zu Zeit noch Häutungen an den Beinen des ausgewachsenen Tieres stattfinden, wenn diese Umformung infolge solcher Reize, also als aktive Anpassung entstanden sein soll. Solche Häutungen treten jedoch am ausgewachsenen Tiere nicht mehr auf, und so sind diese Anpassungen denn nichts anderes als morphologische, passive Anpassungen, die nur durch die Selektion zu erklären sind, die ihre Vervollkommnung also nur auf dem Wege der natürlichen Zuchtwahl erlitten haben. Das wird denn auch bestätigt durch die ontogenetische Entwicklung der verschiedenen Bienen, bei der alle diese Anpassungen erst an den Imagines nach der letzten Häutung auftreten.

Und ebenfalls als passive Anpassung ist die so äußerst variable Behaarung der verschiedenen Glieder zu betrachten. Es wäre ja nicht ausgeschlossen, daß der beim Anheften des Pollens ausgeübte Reiz eine größere und stärkere Haarbekleidung her-

vorgerufen habe. aber ohne allen Zweifel würde diese Haar-  
bekleidung, die ja wiederum nichts anderes als ein totes Haut-  
produkt ist, durch den steten Gebrauch eher wieder abgenutzt  
als in ihrer Ausbildung gefördert werden. Sie ist also eine  
passive Anpassung, die nur durch ihre Gegenwart nützt, wie  
ferner auch die reichen und mannigfaltigen Verzweigungen, Be-  
fiederungen und Verästelungen der Haare selbst solche passiven  
Anpassungen sind, da ja auch diese nicht durch den Gebrauch  
entstanden sein können. Die Möglichkeit der Entstehung all  
dieser passiven Anpassungen ist aber nur zu erklären durch die  
natürliche Zuchtwahl, indem diese sich zufällig entstandener  
Keimesvariationen bemächtigte und sie dann weiter züchtete.

Prüfen wir nun zum Schlusse in einem kurzen, vergleichenden  
Rückblick unsere Ergebnisse auf die verwandtschaftlichen Be-  
ziehungen hin, und zwar im besonderen im Vergleich mit den  
phylogenetischen Reihen der Bienen, wie sie von anderen Gesichts-  
punkten aus, besonders nach der Entwicklung der Mundteile auf-  
gestellt worden sind, so ist als wichtigstes Ergebnis hervorzuheben,  
daß die Entwicklungsreihe des Pollensammelapparates im wesent-  
lichen mit diesen Reihen übereinstimmt. Es sind nur einige wenige  
Gattungen, die stark abweichend sich verhalten, so vor allem  
*Ceratina*, die nach dem Pollensammelapparat die niedrigste  
Stufe einnimmt, nach der Beschaffenheit der Mundteile jedoch  
ganz wesentlich höher steht und fast *Anthophora* oder *Eucera*  
gleichzustellen ist, und weiter die Gattung *Andrena*, die um-  
gekehrt in ihren Mundteilen eine sehr primitive Ausbildung zeigt,  
der nach der Einrichtung ihres Pollensammelapparates jedoch eine  
sehr viel höhere Stellung eingeräumt werden muß.

Nach den vergleichend morphologischen Untersuchungen  
über die „Mundteile der solitären Apiden“ von DEMOLL sollen  
zunächst betreffs *Ceratina* die Mundwerkzeuge „sehr an die der  
höchst entwickelten Beinsammler (*Anthophora*, *Eucera*) er-  
innern“. In der Beschaffenheit des Pollensammelapparates liegt  
ein durchgreifender Unterschied bereits darin, daß *Ceratina* ein  
äußerst primitiver Schenkelsammler ist, während die „höchst-  
entwickelten Beinsammler“ ausgeprägte Schienensammler darstellen.  
Der bei *Ceratina* in nahezu ursprünglichster Weise durch eine  
einfache stärkere Behaarung sämtlicher Glieder fast ohne Um-  
formung dieser Glieder gebildete Sammelapparat ist durchaus  
verschieden von dem Pollensammelapparat der höchstentwickelten

Schienenensammler gestaltet. Letztere nehmen infolge der weitgehendsten Differenzierungen eine sehr viel höhere Stellung ein, nicht nur hinsichtlich der Anordnung der Behaarung, welche zunächst, im Gegensatz zu *Ceratina*, die dem Eintragen des Pollens dienenden Haare fast ausschließlich auf die Tibia hin konzentriert, und welche ferner scharf zwischen Sammelhaaren einerseits und Bürstenhaaren andererseits unterscheidet, sondern auch hinsichtlich der mannigfaltigen Umformungen in der Gestalt der Glieder, die in der Hauptsache in der außerordentlichen Verbreiterung und Verlängerung des Metatarsus und in der starken Abplattung sämtlicher Glieder gipfeln.

Umgekehrt spricht DEMOLL auf Grund seiner Untersuchungen über die Mundteile der Bienen der Gattung *Andrena* eine äußerst niedere Stellung in der phylogenetischen Reihe zu; er führt sie mit *Halictus* auf ungefähr gleicher Stufe stehend an. Zwar sind ja auch bezüglich des Pollensammelapparates einige Ähnlichkeiten mit dieser Gattung vorhanden, doch ist der Sammelapparat von *Andrena* schon deshalb sehr viel höher ausgeprägt, weil er fast alle die bei den zahlreichen solitären Biengattungen auftretenden Einrichtungen in sich nicht nur vereinigt, sondern als besondere Eigentümlichkeit zudem noch die eigenartige Trochanter- und Brustlocke ausgebildet hat, die beide als sehr wesentliches Moment beim Eintragen des Blütenstaubes mit in Betracht kommen.

Fragen wir uns nach dem Grunde dieser verschiedenartigen Ausbildungen von Mundteilen und Pollensammelapparaten, so mag dieser vielleicht in einer ungleichen Ernährung der Larven durch Pollenmassen und Blumennektar zu suchen sein. Während *Ceratina* vielleicht in erster Linie mehr Nektar und weniger Blütenstaub zum Aufziehen ihrer Brut verwendet, mögen die Verhältnisse bei *Andrena* gerade umgekehrt liegen. Jedenfalls ist die Wahrscheinlichkeit der Annahme sehr groß, daß im allgemeinen die Versorgung der Larven durch Nektar und Blütenstaub bei den verschiedenen Gattungen in demselben Verhältnis erfolgt, daß infolgedessen die Entwicklung der Mundwerkzeuge mit derjenigen des Pollensammelapparates im wesentlichen gleichen Schritt hält. Und diese Annahme wird ja auch, von obigen Ausnahmen abgesehen, im großen ganzen durch beide Reihen bestätigt. Das zeigt sich ziemlich genau bei den niedrigstehenden Formen, wie *Dufourea*, *Camptopoeum*, *Panurginus* und *Rhophites*, bei den Formen mittlerer Stufe, wie *Panurgus*, *Dasypoda* und *Xylocopa* und

endlich vor allem bei denen höchster Ausbildung, wie *Eucera*, *Melitta*, *Macropis* und *Anthophora*. Inwieweit die Bienen aber vielleicht gleichzeitig gezwungen worden sind, durch die natürlichen Verhältnisse beim Blumenbesuch ihre Sammelorgane, sowohl die des Pollens wie die des Nektars, abzuändern und den Blumen anzupassen (wenn man dabei die verschiedenartige Länge der Blüten und der Staubgefäße an einer und derselben Pflanze und damit zugleich das Sammeln des Nektars und des Blütenstaubes bedenkt), das entzieht sich meiner augenblicklichen Beurteilung.

Besonderer Erwägung bedarf noch die Gattung *Colletes*, über deren systematische Stellung man noch ziemlich im Dunkeln tappt und die bisher im allgemeinen noch zu den Urbienen, zu den *Prosopinen*, gezählt worden ist. Hinsichtlich der Ausbildung ihres Pollensammelapparates, vor allem bezüglich der schwach angedeuteten Trochanterhaarlocke bei noch anderen Erscheinungen verwandtschaftlicher Natur bringe ich sie in Beziehung mit der Gattung *Andrena*, zumal sie auch von *DEMOLL* nach der Ausbildung der Mundwerkzeuge jener Bienengattung „entschieden näher“ gestellt wird als *Prosopis*. Dabei ist mir wohl bewußt, daß ich die augenblicklich weitverbreitete Ansicht umstoße, nach der die beiden Gattungen *Prosopis* und *Colletes* ihrem Nestbau zufolge deshalb eng miteinander verwandt sein sollen, weil die Arten beider als Muttertiere seidenartige Gespinste zur Herstellung ihrer Nistzellen benutzen.

Endlich darf nicht unerwähnt bleiben, daß sich auch in der Beschaffenheit der hinteren Extremität der Schmarotzerbienen Beziehungen zu den pollensammelnden Verwandten erkennen lassen, die allerdings um so abweichender sind, je höher die Form parasitisch spezialisiert ist. Vor allem hat sich speziell aus den Untersuchungen des Hinterbeines von *Sphecodes reticulatus* Thoms. ♀ mit sehr großer Wahrscheinlichkeit ergeben, daß diese Gattung *Sphecodes* phylogenetisch direkt aus der sammelnden Bienengattung *Andrena* abzuleiten ist.

#### IV. Die verschiedenen Haarformen der Sammelapparate.

Eine letzte, aber ebenfalls sehr wichtige Anpassung an das Pollensammeln liegt in der außerordentlich starken Differenzie-

rung der Form der Haare, welche äußerst verschiedenartig gestaltet ist und die größte Mannigfaltigkeit aufweist. Mit einer etwas genaueren Untersuchung dieser Haarformen möchte ich meine Arbeit schließen.

Die ersten Angaben über das Auftreten von gefiederten und verzweigten Haaren bei Insekten finden sich schon bei Réaumur, FREDERICK SMITH u. a. Aber die erste und bisher auch einzige etwas genauere Untersuchung solcher Haare stammt aus dem Jahre 1878 von dem englischen Forscher EDWARD SAUNDERS, der das Vorkommen solcher Haare am ganzen Bienenkörper untersuchte. Ich habe allein die Haarformen an den Beinen der verschiedenen Bienenarten einer eingehenden Untersuchung unterzogen, um festzustellen, ob etwa die Haare des Hinterbeines des Weibchens, speziell die beim Sammeln beteiligten, eine besondere Ausbildung erfahren haben gegenüber den Haaren der anderen Beine oder vor allem gegenüber denen des Hinterbeines des nichtsammelnden Männchens. Und ich bin zu der Erkenntnis gelangt, daß dies meist tatsächlich der Fall ist. So finden sich bestimmte eigenartig gefiederte Haarformen (Fig. 24, 25 u. 26 mit den allmählichen Übergangsstadien zu Fig. 21, 22 u. 23) nur auf der beim Sammeln stark benutzten Tibia des Weibchens und zwar nur bei den vier Gattungen *Ceratina*, *Halictoides*, *Halictus* und *Colletes*, während sie den Mittelbeinen der Weibchen und den Hinterbeinen der Männchen fehlen. Gerade diese Haare sind so charakteristisch, daß ich ihr Auftreten an der Tibia dieser vier Arten geradezu für einen weiteren Beweis der phylogenetischen Verwandtschaft von *Ceratina*, *Halictoides*, *Halictus* und *Colletes* halten möchte. Dies wird bei den drei letztgenannten Arten noch bestätigt durch das Vorkommen anderer besonderer, zweiseitig gefiederter Haarformen (Fig. 31 u. 32) an den beim Sammeln nicht minder beteiligten Gliedern, wie Coxa, Trochanter und Femur. Auch diese Formen sind ausschließlich jenen drei Gliedern des Hinterbeines dieser Weibchen eigentümlich und fehlen zudem wieder dem weiblichen Mittelbeine und der hinteren Extremität des Männchens. Sehr stark beim Sammeln beteiligt ist ferner der Femur vom Hinterbeine von *Halictus*; dementsprechend haben auch seine Haare die weitgehendste Differenzierung in solche mit langen Seitenverzweigungen erfahren (Fig. 27), wodurch sie von den wenig differenzierten Haaren des Mittelbeines und des männlichen Hinterbeines wiederum durchaus verschieden sind. Auch die Hinterbeine von *Panurgus calcaratus* Scop. ♀ unter-

scheiden sich von den anderen zum Vergleich herangezogenen Beinen durch eine besondere Differenzierung ihrer Sammelhaare (Fig. 14, 15 u. 16). Durch alles dies ist aber die Wahrscheinlichkeit der Annahme sehr groß, daß diese starke Differenzierung der Haare nichts anderes als eine Anpassung an das Pollensammeln ist. Wenn auch die nichtsammelnden Männchen gefiederte, verzweigte und schwach verästelte Haare zuweilen aufzuweisen haben, muß dies so erklärt werden, daß die Haare sämtlicher sammelnden Bienenarten, sowohl die des Weibchens wie die des Männchens, von vornherein die Tendenz zeigten, sich zu verfiedern, daß sie speziell an der hinteren Extremität des Männchens vielleicht unter Annahme besonderer Funktion im Dienst der geschlechtlichen Tätigkeit diese Differenzierung erlitten haben können. Bei den parasitischen Formen zeigt sich sekundäre Reduktion der komplizierten Haarformen, am stärksten bei den in der Rudimentation des Pollensammelapparates am weitesten vorgeschrittensten Formen (*Nomada*), weniger stark bei den noch jungen Parasiten (*Sphécodes*), wiederum ein Beweis dafür, daß sie phylogenetisch von Sammelbienen abzuleiten sind.

Das Ursprüngliche war jedenfalls eine einfache Behaarung des ganzen Beines durch einfache, glatte und nicht differenzierte Haare, wie es uns durch *Prosopis confusa* Nyl. ♀ veranschaulicht wird. Mit der Übernahme der Funktion des Pollensammelns durch die hintere Extremität haben dann die Haare allmählich die mannigfaltigsten Umbildungen erlitten. Diese nehmen jedoch nicht, wie man vielleicht erwarten könnte, mit steigender Reihe an Komplikationen zu, sondern letztere richten sich einzig und allein danach, ob die Haare die alleinigen Hilfsmittel zum Eintragen sind oder ob außerdem noch andere Hilfsmittel bei dieser Tätigkeit mit herangezogen werden. So habe ich festgestellt, daß die höchstkompliziertesten Haarformen den „Trockensammlern“ zukommen (vgl. *Ceratina*, *Halictoides*, *Halictus*, *Colletes* und *Panurgus* — Fig. 14—16, 21—27, 31 und 32), daß dann aber, sobald die Pollenmasse feucht zu einem Klumpen zusammengeballt und ihr auf diese Weise schon eine ziemliche Festigkeit gegeben wird, die Sammelhaare wieder weniger stark differenziert und gar ganz glatt werden. Am deutlichsten zeigt uns letztere Erscheinung die Haarbekleidung der Tibien von *Eucera*, mehr noch *Melitta* (glatte Borsten), am besten jedoch die Körbchenhaare von *Bombus* und *Apis* (Fig. 3).

SAUNDERS ordnet die von ihm gefundenen verschiedenen Haarformen folgenden neun, von ihm aufgestellten Gruppen unter:

1. Einfache Haare, die gelegentlich an verschiedenen Stellen des Körpers, an dem Sammelapparat einiger *Andrenen*arten usw., ferner an der Pollenbürste von *Osmia* und *Anthidium* vorkommen.
2. Einfache Haare, mit einer leichten Schwellung oberhalb ihrer Basis, die an dem Sammelapparat von *Andrena albicans* ♀ usw. auftreten.
3. Steife, gerade, dornenartige und spiralig gedrehte (spirally grooved) Haare, die die Pollenbürste von *Megachile*, die Haarbekleidung der Hintertibia von *Andrena albicans* ♂ usw. bilden.
4. Gesägte oder sehr kurz gefiederte Haare (die am Thorax und am Körper der meisten Arten zu finden sind).
5. Haare mit langen Fiedern (die in jeder Gattung — am schönsten rund um den Metathorax von *Colletes*, *Eucera*, *Apis* usw. gefunden werden).
6. Steife, schwach dornig verzweigte Haare (Sammelapparat von *Macropis* usw.).
7. Lange, sich schlängelnde, mit Verzweigungen versehene Haare.
8. Nicht sehr steife Haare, mit ein oder zwei kurzen, zahnartigen Zweigen nahe der Spitze oder mit mehreren Zweigen, die zumeist auf einer Seite stehen und die bisweilen fast fächerförmig gestaltet sind (an der Tibia von ♂ und ♀ *Andrena albicans*, *Colletes cunicularia* und den meisten *Andreniden*).
9. Schwach spiralig gedrehte Haare, die an ihrer Spitze sich erweitern und abflachen und die bisweilen sehr kurz sein können (an der Innenseite der Hintertibia von *Andrena*, *Megachile* usw.).

Auf Grund meiner etwas eingehenderen Untersuchung, die sich zum Unterschied von der von SAUNDERS allein auf die Haare der Extremitäten der Bienen erstreckt und die das Vorhandensein einer weitaus größeren Mannigfaltigkeit in der Beschaffenheit der Haarformen ergeben hat, bin ich zu einer ganz anderen Einteilung und zur Aufstellung folgender 10 Gruppen gelangt.

Ich unterscheide:

zunächst A. hinsichtlich der **Form**:

**I. Einfache, glatte, gerade oder schwach gekrümmte Haare,**

**kurz und gerade** (Fig. 1) am ganzen Hinterbeine von *Prosopis confusa* Nyl. ♀ und an den Hinterseiten der Tibien und der ersten Tarsenglieder sehr vieler Gattungen,

**kurz und schwach gebogen** (Fig. 2) nur an der Tibia des Hinterbeines von *Prosopis confusa* Nyl. ♀, ferner als Bürstenhaare fast regelmäßig auf der Hinterseite des Femurs,

**lang und gekrümmt** als Körbchenhaare (Fig. 3) an den Tibien der sozialen Bienen, besonders bei *Apis mellifica*, ferner als Sammelhaare (Fig. 4) an den Tibien mancher solitären Bienen (*Rhophites*),

**borstenartig** (Fig. 5 u. 6) häufig als Bürstenhaare am ersten Tarsenglied, an dem sie zumeist die ganze Haarbekleidung der Hinterseite ausmachen,

**mit einer Verdickung an der Spitze** (Fig. 7) nur am Femur und an der Tibia des Hinterbeines von *Meliturga clavicornis* Latr. ♂.

**II. Stumpf-zahnartige Haare.**

Nur am Unterrande der Innenfläche der Tibia von *Bombus* und *Apis*, wo sie einen Teil der „Wachszange“ ausmachen (Fig. 8 u. 9).

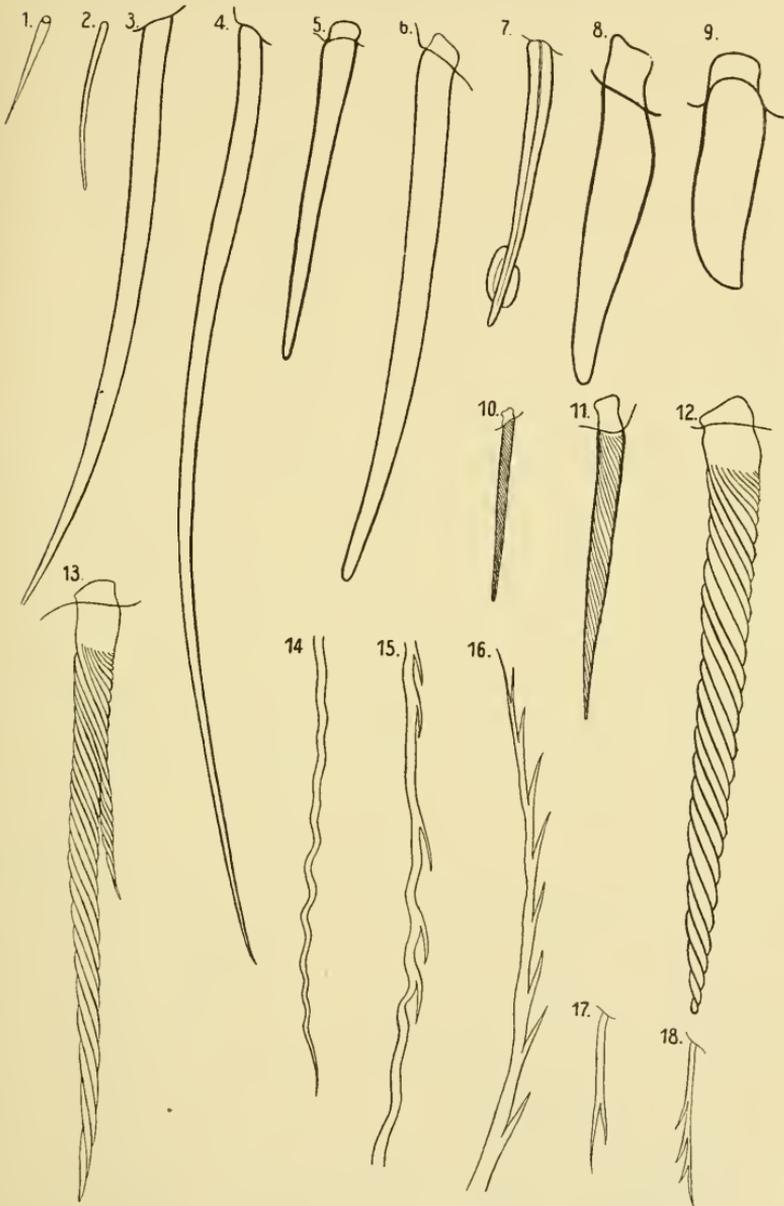
**III. Mit Spiralrinne versehene Haare** (Fig. 10, 11 u. 12).

Sie bilden regelmäßig die starke Borstenreihe auf der Innenkante und hinteren Unterkante des Metatarsus des Hinterbeines, kommen dann aber auch häufig als Bürstenhaare auf der ganzen Hinterseite dieses Gliedes vor (*Colletes*, *Meliturga*). Besonders *Colletes* zeichnet sich durch den Besitz stark spiralg gedrehter Haare (Fig. 12) aus, die sich hier nicht allein auf die Hinterseite des ersten Tarsengliedes beschränken, vielmehr in fast derselben Stärke auch auf der ganzen Vorderseite dieses Gliedes und selbst an der Tibia auftreten. Fast in demselben Maße gilt dies vom Mittelbeine von *Colletes*.

Zuweilen können solche mit einer Spiralrinne versehene Haare einen oder mehrere Seitenäste abgeben, die dann ebenfalls spiralg gedreht sind, so am Metatarsus von *Halictus calceatus* Scop. ♀ (Fig. 13) und manchmal an den 2. und 3. Tarsengliedern des Hinter- und Mittelbeines dieser und anderer Arten.

IV. Wellenförmige Haare.

Sie sind zu finden nur an dem Hinterbeine von *Panurgus calcaratus* Scop. ♀ und sind entweder **glatt** (Fig. 14)



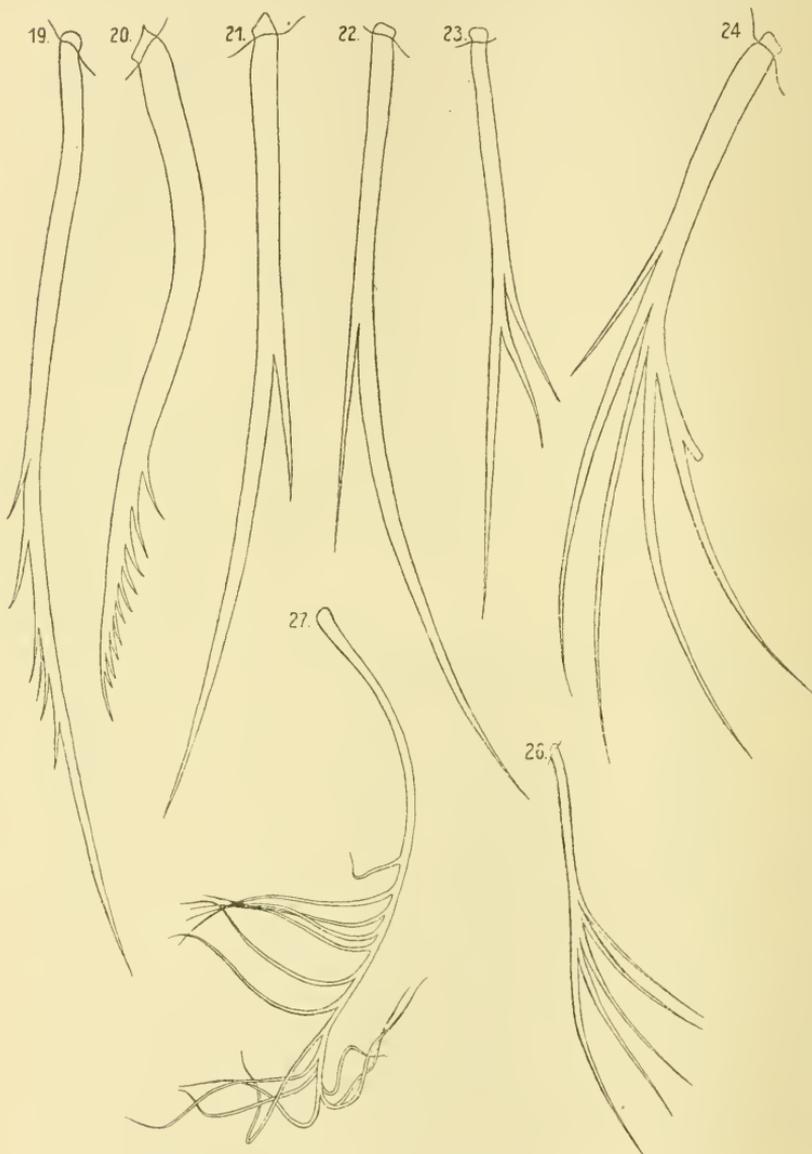
Haarformen. Schema I. (Erklärungen am Schluß.)

oder mit **kurzen, spitzen, dornenartigen Seitenästen oder Seitenzweigen versehen** (Fig. 15 u. 16), die in unregelmäßiger Folge stets der konvexen Krümmung der Welle ansitzen.

Fig. 14 überall am Trochanter, Femur und an der Tibia.

Fig. 15 nur an der Innenseite der Tibia.

Fig. 16 als Übergangshaare von den Haaren wie Fig. 14, zu den Büschelhaaren wie Fig. 33, 34 und 35, indem die



Haarformen. Schema II. (Erklärungen am Schluß.)

wellenförmige Krümmung ganz langsam mehr und mehr verschwindet, wobei die dornenartigen Fortsätze stetig an Größe zunehmen und allmählich abwechselnd nach dieser und jener Seite aus der einen Ebene heraustreten und sich in einem spitzen Winkel zueinander stellen.

Dann B. hinsichtlich der **Befiederung:**

**V. Einseitig gefiederte Haare,**

- a) **mit kurzen, dornenartigen Seitenästen, als kurze Haare** (Fig. 17 u. 18) nur höchst selten bei *Prosopis confusa* Nyl. an der Coxa, beim ♀ und ♂, **als längere, gebogene Haare** (Fig. 19 u. 20) verstreut an Coxa, Trochanter, Femur und Tibia, bei letzterer häufiger an der Innenseite (*Rhophites*, *Dufourea* ♀);
- b) **mit mehreren langen, fächerförmig angeordneten Seitenästen nur auf der konvexen Seite.**

Einfachster Fall Fig. 21, 22, dann Fig. 23, 24, 25 und 26. Letztere, also mit mehreren langen Seitenästen versehene Haare treten stets nur an der Tibia des Hinterbeines der Weibchen auf, kommen also nie beim Männchen oder an den Vorder- und Mittelbeinen des Weibchens vor und finden sich nur bei den Gattungen *Ceratina*, *Halictus*, *Halictoides* und *Colletes*. Am meisten Seitenäste tragen die Haare der Außenseite der Tibia, allmählich werden diese Seitenäste über die Vorderseite hinübergehend seltener (Fig. 21 u. 22), bis sie schließlich an der Innenseite ganz verschwinden;

- c) **mit außergewöhnlich langen und schlanken Seitenverzweigungen, die sich wegen ihrer Länge unter sich und mit denen der Nachbarhaare leicht verfangen** (Fig. 27).

Alleiniges Auftreten nur am Femur von sämtlichen *Halictus*weibchen.

**VI. Zweiseitig gefiederte Haare,**

- a) **mit geringerer Zahl von Seitenästen auf der einen als auf der anderen Seite,**

Fig. 28 u. 29 an der Tibia von *Rhophites quinquespinosus* Spin. ♀ und *Dufourea vulgaris* Schenck ♀, auch an der Coxa von *Halictus affinis* u. a. m.

Fig. 30 am Femur und am Trochanter von *Ceratina cyanea* K. ♀ und *Dufourea vulgaris* Schenck ♀;

- b) **mit rechts- und linksseitigen, langen Seitenästen in unregelmäßiger Abwechslung.**

Diese sind ebenfalls wieder nur dem Hinterbeine von Weibchen eigentümlich und treten hier nur auf als Sammelhaare an Coxa, Trochanter und Femur von *Halictus*, *Halictoides* und *Colletes* (Fig. 31, 32).

VII. Längere, steife, mehr oder weniger stark gebogene Haare,  
die auf der konvexen Seite in regelmäßiger Abwechslung

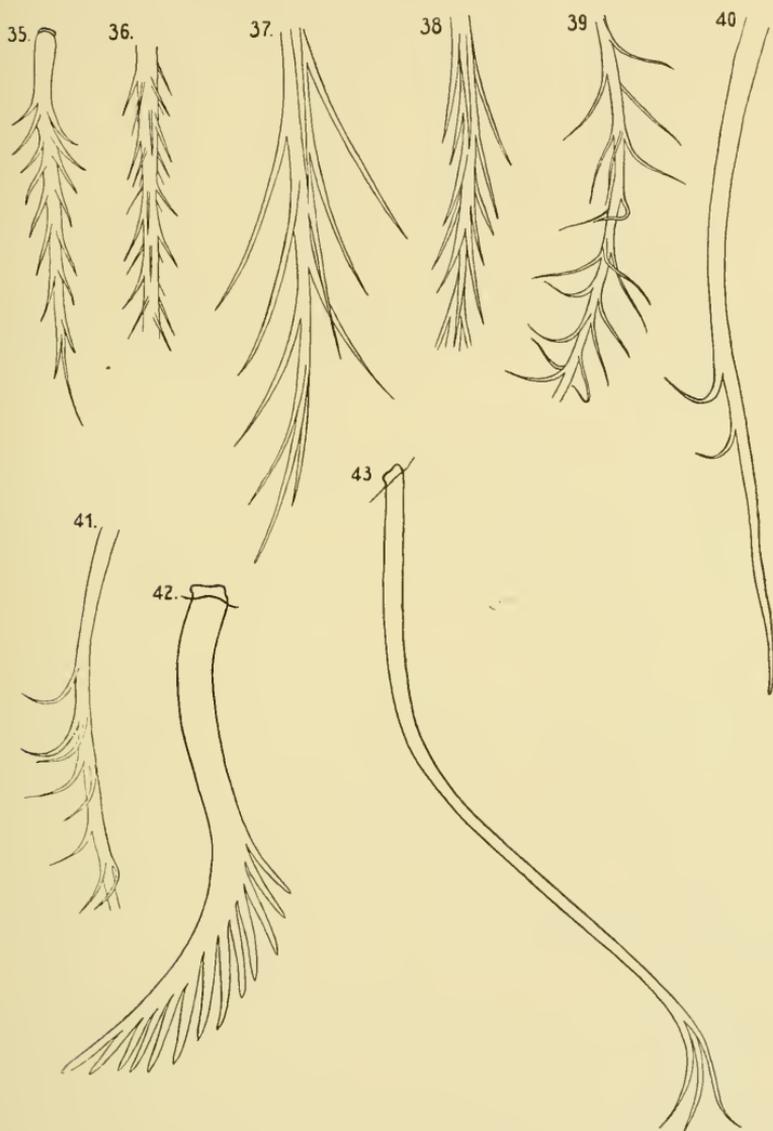


Haarformen. Schema III. (Erklärungen am Schluß.)

nach rechts und links lange Seitenäste abgeben, welche in  
einem spitzen Winkel zueinander stehen.

Fig. 33 u. 34 als Seitenansicht, Fig. 35 von oben ge-  
sehen. Sie bilden vor allem stets die Büschelhaare am

distalen Ende des Femurs oberhalb der ovalen Platte der Tibia und finden sich hier sowohl beim Männchen wie beim Weibchen. Außerdem treten sie häufig an der Außenseite



Haarformen. Schema IV. (Erklärungen am Schluß.)

der Tibien der Mittelbeine, sowie auch an den Tibien und Vorderseiten der ersten Tarsenglieder der Hinterbeine des Weibchens auf, kommen aber hin und wieder auch beim Männchen vor.

### VIII. Allseitig befiederte Haare,

- a) mit zahlreichen, kurzen und dornenartigen Fiedern nur bei *Dasypoda*, am Hinterbeine des Männchens, wie auch am Mittel- und Hinterbeine des Weibchens (Fig. 36);
- b) mit längeren, stärkeren Ästen (Fig. 37), die sich manchmal fast dachziegelartig decken (Fig. 38); Fig. 37 unregelmäßig verstreut, so an Coxa, Trochanter und Femur von Mittelbeinen (*Panurgus*, *Andrena*), an der Tibia von Hinterbeinen vieler Weibchen (*Andrena* usw.);  
Fig. 38 nur bei *Colletes*, an Coxa, Trochanter und Femur, am Mittel- und Hinterbeine des Weibchens;
- c) mit langen und feinen Ästen nur bei *Sphecodes* ♀ (Fig. 39, 40, 41).

### IX. Schwach gekrümmte, starre Borsten mit starren, kammartig angeordneten und einseitig der konvexen Seite angefügten Seitenästen.

Nur beim Weibchen von *Meliturga*, wo sie an der Tibia einen die ovale Platte umgebenden Kranz bilden (Fig. 42).

### X. Lange, leicht geschwungene Haare, die sich an ihrer Spitze büschelartig spalten (Fig. 43).

Nur am Haarbüschel des ersten Tarsengliedes der *Anthophora* weibchen.

Die Untersuchungen vorliegender Arbeit wurden im phyletischen Museum der Universität Jena im W.-S. 1910/11 und im S.-S. 1911 ausgeführt. Bevor ich nun die Arbeit abschließe, möchte ich nicht unterlassen, mich einer angenehmen Pflicht zu entledigen und meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. MEISENHEIMER, der jederzeit meiner Arbeit nicht nur das größte Interesse entgegenbrachte, sondern mich auch stets in allem bereitwilligst mit Rat und Tat unterstützte, der mir ferner auf seinen Exkursionen und Spaziergängen einen guten Teil des verarbeiteten Materials gefangen hat, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen. Ebenso bin ich auch Herrn Lehrer J. D. ALFKEN aus Bremen zu größtem Danke verpflichtet, der ebenfalls jeden Augenblick seiner so kostbaren Zeit für mich und meine Arbeit herzugeben bereit war, der vor allem in liebenswürdiger Weise das durch die Konservierung in Alkohol bedeutend erschwerte Bestimmen des gefangenen Materials mir abnahm, mir die Lücken in meiner Sammlung durch Exemplare seiner Sammlung ergänzte und durch Mitteilungen aus seiner umfassenden Kenntnis der Bienenliteratur mir meine Arbeit ganz wesentlich erleichterte.

## Literaturverzeichnis.

- ASHMEAD, W. H., „The Phylogeny of the Hymenoptera“. Proceedings of the Entom. Soc. of Washington, Vol. III, No. 5.
- BURMEISTER, „Handbuch der Entomologie“. Halle 1832.
- BUTTEL-REEPEN, H. v., „Die stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates“. Leipzig 1903.
- DAHL, F., „Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Funktion der Insektenbeine“. Arch. f. Naturgesch. L. 1. (50. Jahrg., 1. Heft.) Berlin 1884.
- DEMOLL, R., „Die Mundteile der solitären Apiden“. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XCI, Heft 1. Leipzig 1908.
- FRIESE, H., „Beiträge zur Biologie der solitären Blumenwespen“. Zool. Jahrb., Abt. Syst., Bd. III, 1883.
- Ders., „Die Bienen Europas“, Teil I—III: Berlin 1895, 96, 97; Teil IV—VI: Innsbruck 1898, 99, 1901.
- HOFFER, „Die Hummeln Steiermarks“. 31. Jahresber. der Landes-Oberrealschule in Graz. 1882.
- KNUTH, H., „Handbuch der Blütenbiologie“. Bd. I und II. Leipzig 1898/99.
- KOLBE, H. J., „Einführung in die Kenntnis der Insekten“. Berlin 1893.
- LATREILLE, „Considérations générales sur l'ordre naturel des animaux composant les classes des crustacés, des arachnides et des insectes“.
- MÜLLER, H., „Die Entwicklung der Blumentätigkeit der Insekten“. Kosmos, Bd. IX, 1881.
- Ders., „Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitige Anpassung beider“. Leipzig 1873.
- Ders., „Anwendung der Darwinschen Lehre auf Bienen“. Verh. d. naturw. Ver. d. Rheinl. u. Westf., XXIX, 1872.
- PÉREZ, J., „Les Abeilles“. Paris 1889. Libraire Hachette.
- SÁJO, K., „Unsere Honigbiene“. Kosmos 1909. Ordentl. Veröffentl. 3.
- SAUNDERS, EDW., „Remarks on the hairs of some of our British Hymenoptera“. Trans. Entom. Soc. London 1878 (pag. 169—171).
- SCHMIEDEKNECHT, H. L. OTTO, „Apidae Europaeae“. Gumperda und Berlin 1882—87.
- Ders., „Die Hymenopteren Mitteleuropas“. Jena 1907.
- SPRENGEL, C. CH., „Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und der Befruchtung der Blumen“. 1793.
- STADLER, H., „Die Biologie der Biene“. Würzburg 1911.
- TASCHENBERG, E. L., „Die Hymenopteren Deutschlands“. Leipzig 1866 (Bremen, Verlag von M. Heinsius).
- VERHOEFF, C., „Beiträge zur Biologie der Hymenopteren“. Zool. Jahrb., Abt. Syst., Bd. VI, 1892.

## Verzeichnis der Haarformen.

## Schema I.

- Fig. 1. Haar von der Tibia von *Prosopis confusa* Nyl. ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 2. Desgl. Vergr. 263:1.  
 Fig. 3. Haar von der Tibia von *Apis mellifica* ♀. Vergr. 150:1.  
 Fig. 4. Haar von der Tibia von *Rhophites quinquespinosus* Spin. ♀.  
 Vergr. 263:1.  
 Fig. 5. Borste vom 2. Tarsenglied von *Rhophites quinquespinosus*  
 Spin. ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 6. Borste vom Metatarsus von *Rhophites quinquespinosus* Spin. ♀.  
 Vergr. 263:1.  
 Fig. 7. Haar aus dem die ovale Platte der Tibia umgebenden Haar-  
 kranz von *Meliturga clavicornis* Latr. ♂. Vergr. 263:1.  
 Fig. 8. 12. Zahn von der hinteren Unterkante der Tibia von *Apis*  
*mellifica* ♀. Vergr. 150:1.  
 Fig. 9. 1. Zahn von der hinteren Unterkante der Tibia von *Apis*  
*mellifica* ♀. Vergr. 150:1.  
 Fig. 10. Borste vom Metatarsus von *Prosopis confusa* Nyl. ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 11. Haar aus dem Haarschopf der Tibia von *Prosopis confusa*  
 Nyl. ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 12. Borste vom 2. Tarsenglied von *Colletes picistigma* ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 13. Borste vom Metatarsus von *Halictus calceatus* Scop. ♀.  
 Vergr. 263:1.  
 Fig. 14. Haar von der Außenseite der Tibia von *Panurgus calcaratus*  
 Scop. ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 15. Haar von der Innenseite der Tibia derselben Art. Vergr. 263:1.  
 Fig. 16. Haar vom Femur (nahe dem Büschel) von derselben Art.  
 Vergr. 263:1.  
 Fig. 17. Haar vom Unterrand der Coxa von *Prosopis confusa* Nyl. ♀.  
 Vergr. 263:1.  
 Fig. 18. Haar von der Coxa des Mittelbeines von *Prosopis confusa*  
 Nyl. ♀. Vergr. 263:1.

## Schema II.

- Fig. 19. Haar von der Tibia von *Rhophites quinquespinosus* Spin. ♀.  
 Vergr. 263:1.  
 Fig. 20. Haar von der Tibia von *Systropha curvicornis* Scop. ♀.  
 Vergr. 263:1.  
 Fig. 21. Haar vom Metatarsus von *Ceratina cyanea* K. ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 22. Haar von der Innenseite der Tibia von *Halictus affinis*  
 Schenck ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 23. Haar vom Trochanter von *Ceratina cyanea* K. ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 24. Haar von der Innenseite der Tibia von *Halictus affinis*  
 Schenck ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 25. Haar von der Tibia von *Halictus calceatus* Scop. ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 26. Haar vom Femur von *Colletes picistigma* ♀. Vergr. 60:1.  
 Fig. 27. Haar vom Femur von *Halictus affinis* Schenck ♀. Vergr. 150:1.

## Schema III.

- Fig. 28. Haar von der Coxa von *Halictus affinis* Schenck ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 29. Haar von der Tibia von *Rhophites quinquespinosus* Spin. ♀.  
 Vergr. 263:1.  
 Fig. 30. Haar von der Tibia von *Ceratina cyanea* K. ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 31. Haar vom Femur von *Colletes picistigma* ♀. Vergr. 60:1.  
 Fig. 32. Haar vom Trochanter von *Halictus affinis* Schenck ♀.  
 Vergr. 263:1.  
 Fig. 33. Haar von der Außenseite der Tibia von *Halictus affinis*  
 Schenck ♀. Vergr. 263:1.

Fig. 34. Haar von dem Haarbüschel des Femurs von *Halictus affinis* Schenck ♀. Vergr. 263:1.

Schema IV.

- Fig. 35. Haar vom 1. Tarsus von *Halictus calceatus* Scop. ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 36. Teil eines Haares der Tibia von *Dasygaster plumipes* Panz. ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 37. Teil eines Haares der Tibia von *Andrena labialis* K. ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 38. Teil eines Haares der Coxa von *Colletes picistigma* ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 39. Teil eines Haares des Trochanters von *Sphecodes reticulatus* Thoms. ♀. 150:1.  
 Fig. 40. Teil eines Haares der Außenseite der Tibia von *Sphecodes reticulatus* Thoms. ♀. Vergr. 150:1.  
 Fig. 41. Dasselbe wie 40. Vergr. 150:1.  
 Fig. 42. Haar aus dem die ovale Platte umgebenden Haarkranz von *Meliturga clavicornis* Latr. ♀. Vergr. 263:1.  
 Fig. 43. Büschelhaar vom 1. Tarsengliede von *Anthophora bimaculata* Panz. ♀. 263:1.

Verzeichnis der Tafelfiguren.

Tafel I.

- Fig. 1. Rechtes Hinterbein von *Prosopis confusa* Nyl. ♀. Hinterseite. \* außen; \*\* innen. Vergr. 27:1.  
 Fig. 2 a. Rechtes Hinterbein von *Ceratina cyanea* K. ♀. Hinterseite. Vergr. 27:1.  
 Fig. 2 b. Rechtes Hinterbein von *Ceratina cyanea* K. ♀. Vorderseite. Vergr. 27:1.  
 Fig. 3. Rechtes Hinterbein von *Dufourea vulgaris* Schenk. Hinterseite. Vergr. 27:1.  
 Fig. 4. Rechtes Hinterbein von *Camptopoeum frontale* F. ♀. Vorderseite. Vergr. 27:1.  
 Fig. 5. Rechtes Hinterbein von *Panurginus montanus* Gir. ♀. Hinterseite. Vergr. 27:1.  
 Fig. 6. Rechtes Hinterbein von *Meliturga clavicornis* Latr. ♀. Vorderseite. Vergr. 13:1.  
 Fig. 7. Rechtes Hinterbein von *Rhophites quinquespinosus* Spin. ♀. Vorderseite. Vergr. 27:1.  
 Fig. 8. Rechtes Hinterbein von *Halictoides dentiventris* Nyl. ♀. Vorderansicht. Vergr. 27:1.  
 Fig. 9. Rechtes Hinterbein von *Halictus calceatus* Scop. ♀. Vorderseite. \* außen; \*\* innen. Vergr. 27:1.  
 Fig. 10. Rechtes Hinterbein von *Halictus affinis* Schenck ♀. Hinterseite. Vergr. 27:1.  
 Fig. 11. Rechtes Hinterbein von *Colletes picistigma* ♀. Vorderseite. Vergr. 27:1.  
 Fig. 12. Rechtes Hinterbein von *Panurgus calcaratus* Scop. ♀. Vorderseite. Vergr. 27:1.

## Tafel II.

Fig. 13. Rechtes Hinterbein von *Dasypoda plumipes* Panz. ♀. Vorderseite. Vergr. 13:1.

Fig. 14. Rechtes Hinterbein von *Xylocopa violacea* L. ♀. Hinterseite. Vergr. 13:1.

Fig. 15. Rechtes Hinterbein von *Melitta haemorrhoidalis* ♀. Vorderseite. Vergr. 27:1.

Fig. 16. Rechtes Hinterbein von *Macropis labiata* F. ♀. Vorderseite. (Die Haare haben durch die Vorbehandlung etwas gelitten.) Vergr. 27:1.

Fig. 17. Rechtes Hinterbein von *Anthophora bimaculata* Panz. ♀. Vorderseite. Vergr. 27:1.

## Tafel III.

Fig. 18. Rechtes Mittelbein von *Andrena fuscipes* K. ♀. Hinterseite. \* außen; \*\* innen. Vergr. 27:1.

Fig. 19 a. Rechtes Hinterbein von *Andrena fuscipes* K. ♀. Vorderseite. \* außen; \*\* innen. Vergr. 27:1.

Fig. 19 b. Rechtes Hinterbein von *Andrena fuscipes* K. ♀. Hinterseite. \* außen; \*\* innen. Vergr. 27:1.

Fig. 20. Rechtes Hinterbein von *Andrena labialis* K. (Varietät: *labiata* Schenck) [*Andr. Schencki* Mor.] ♀. Hinterseite. \* außen; \*\* innen. Vergr. 27:1.

Fig. 21 a. Linkes Hinterbein von *Bombus agrorum* ♀. Außen-seite. \* hinten; \*\* vorn. Vergr. 13:1.

Fig. 21 b. Linkes Hinterbein von *Bombus agrorum* ♀. Innen-seite. \* hinten; \*\* vorn. Vergr. 13:1.

## Tafel IV.

Fig. 22 a. Rechtes Hinterbein von *Apis mellifica* L. ♀. Außen-seite. \* hinten; \*\* vorn. Vergr. 13:1.

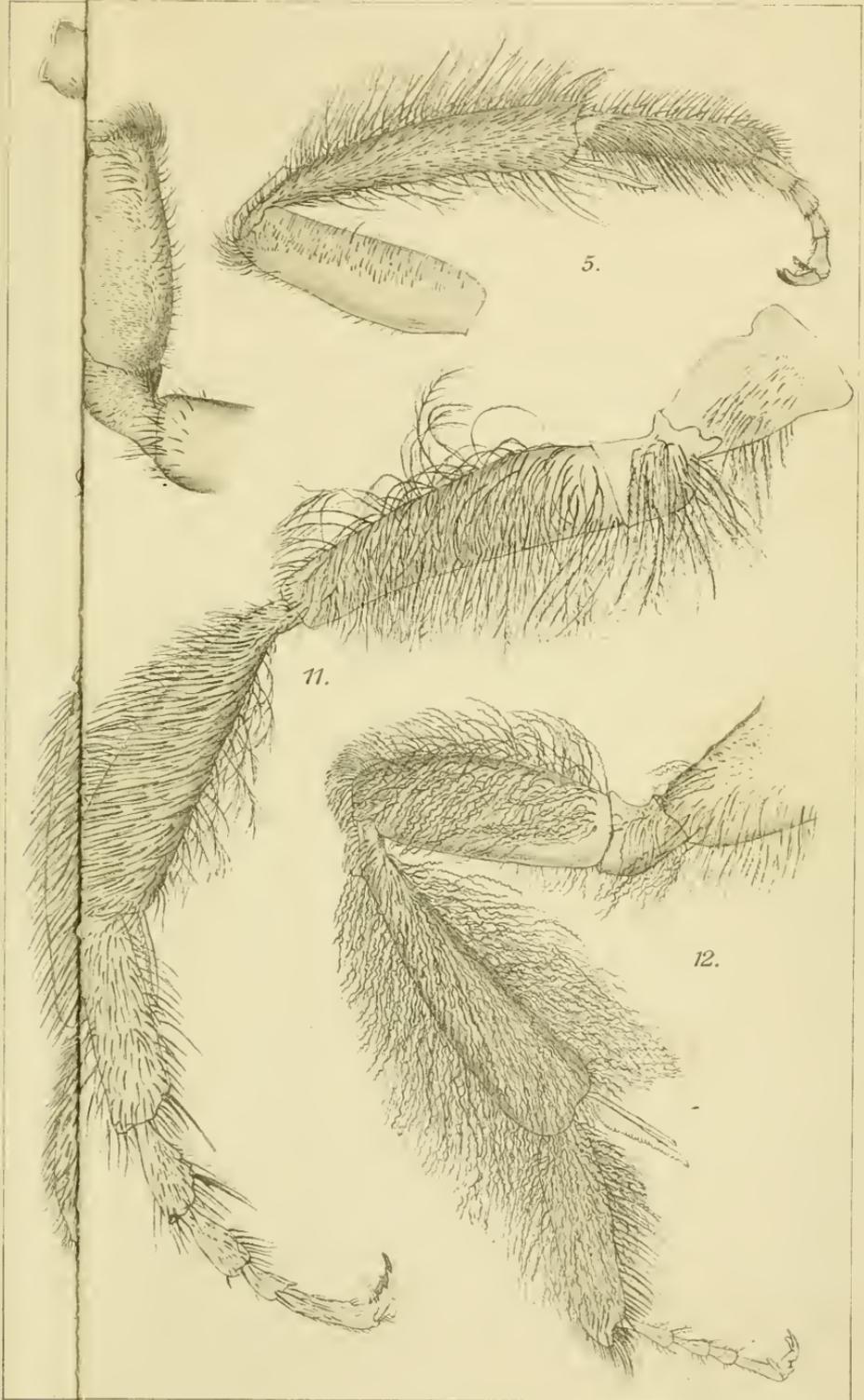
Fig. 22 b. Rechtes Hinterbein von *Apis mellifica* L. ♀. Innen-seite. \* hinten; \*\* vorn. Vergr. 13:1.

Fig. 22 c. Rechtes Hinterbein von *Apis mellifica* L. ♀. Innen-seite. Vergr. 13:1.

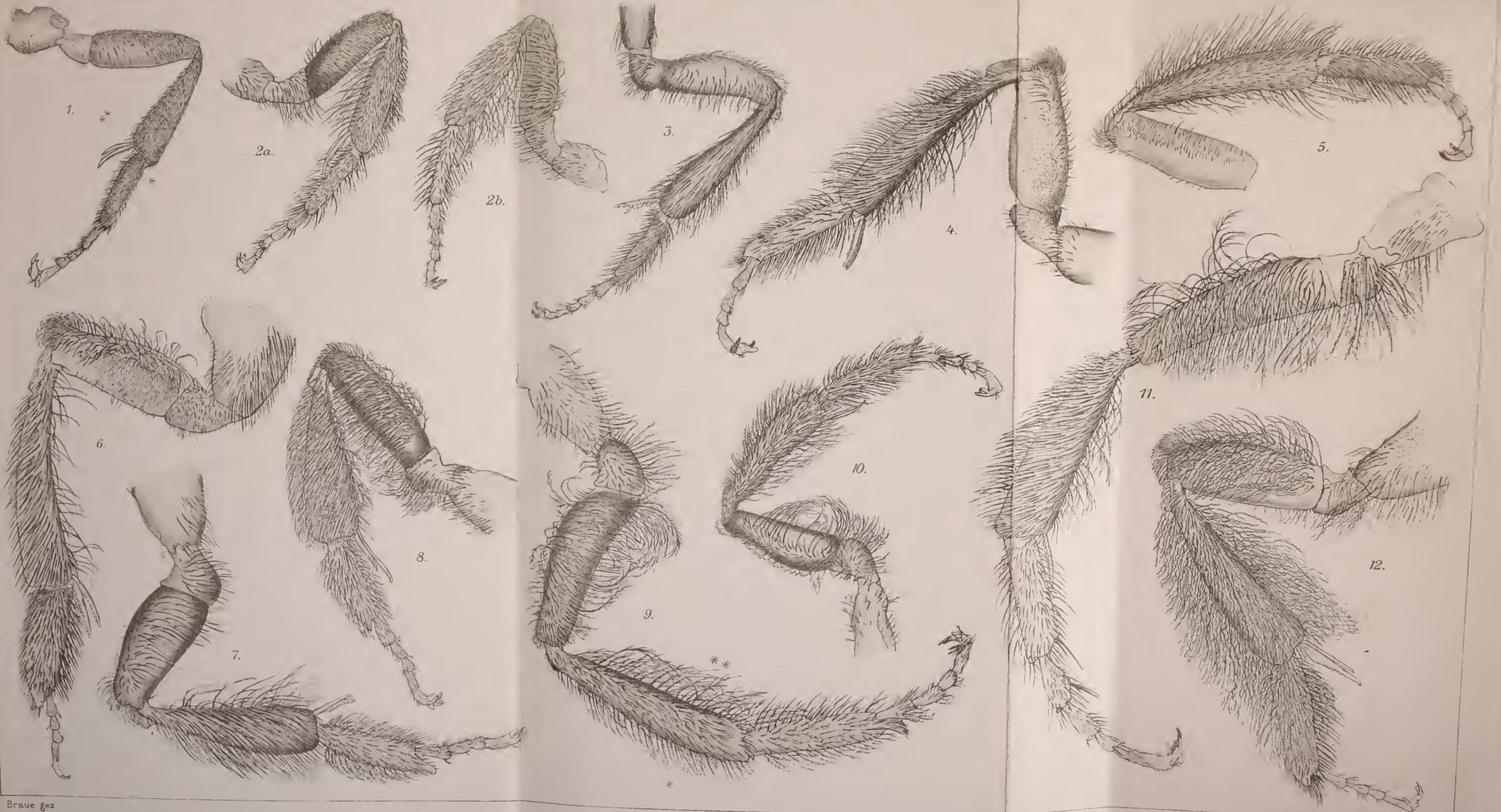
Fig. 23. Rechtes Hinterbein von *Sphecodes reticulatus* Thoms. ♀. Hinterseite. Vergr. 27:1.

Fig. 24. Rechtes Hinterbein von *Nomada rufipes* Fabr. ♀. Hinterseite. Vergr. 27:1.

Fig. 25. Rechtes Hinterbein von *Systropha curvicornis* Scop. ♀. Hinterseite. (Die Behaarung ist tatsächlich straffer, die Haare haben durch die Vorbehandlung gelitten.) Vergr. 27:1.







Braue gez.





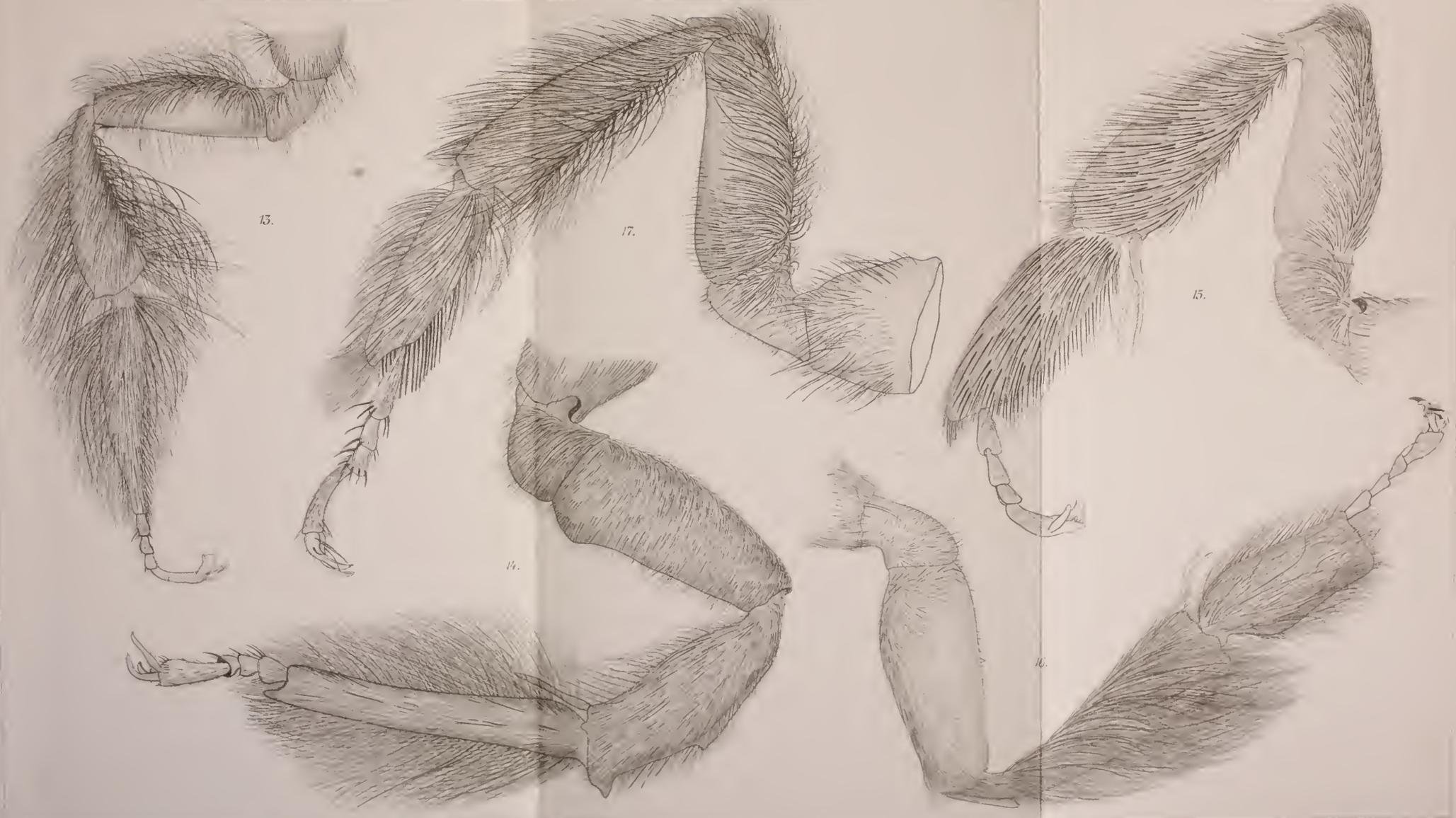
15.



Je

16.







antenn

18.

21a.

21b.

