

Oberösterreichisches
Landesmuseum

I 11865

Biol. Abt. 13/10





A R

Anatomie und Physiologie
der
Sonigbiene.

Don
Ludwig Arnhart.

Mit 4 Tafeln und 53 Abbildungen.



Wien 1906.

Verlag von Moritz Perles  k. u. k. Hof-Buchhandlung

I. Seilergasse 4.

I 11865

Sonderabdruck aus dem von A. Alfonsus Ihrer kaiserlichen Hoheit der Frau
Erzherzogin Maria Josefa ehrfurchtsvollst gewidmeten Lehrbuch der Bienenzucht.
(Wien, Moritz Perles, f. u. k. Hof-Buchhandlung. 1905.)

O. ö. Landesmuseum
Linz a. D.
Naturhistorische Abteilung.

Druck von Johann N. Veit in Wien.

V o r r e d e .

Diese Anatomie und Physiologie der Honigbiene ist, wie schon das Titelblatt besagt, ein nur unwesentlich verbesserter Sonderabdruck aus dem A. A l f o n s u s 'schen Lehrbuch der Bienenzucht. Sie enthält die Vorträge, die ich über diesen Gegenstand seit einigen Jahren an der ersten österreichischen Zimferschule in Wien und auch bei der internationalen Bienenzuchtausstellung in Wien 1903 gehalten habe.

Dieser Sonderabdruck ist für diejenigen bestimmt, welche sich für die Anatomie und Physiologie der Honigbiene interessieren, ohne zugleich Bienenzüchter zu sein. Sollten diese Leser durch das Büchlein Lust zur Bienenzucht bekommen, so empfehlen wir ihnen das Lehrbuch, aus dem dieser Sonderabdruck entnommen ist.

An dieser Stelle komme ich einer angenehmen Pflicht nach und danke Herrn F r a n z F r i e d r i c h R o h l, Rustos am k. k. Hofmuseum in Wien, für die mir zur Verfügung gestellte Literatur, und den Herren D. M u c k, Präsident des Zentralvereines für Bienenzucht in Oesterreich, und F r a n z S c h w e g, Schulleiter in W u l f s c h a u, N.-De., für das mir jederzeit reichlich zur Verfügung gestellte Bienenmaterial.

W i e n , am 1. März 1905.

Ludwig Arnhart.

1

1

1

1

1

Anatomie und Physiologie der Biene.

I. Allgemeine Vorbegriffe.

Die Biene ist ein Lebewesen. Das Lebendige ist vom Toten durch ganz bestimmte Eigenschaften unterschieden. Alle diese Eigenschaften lehrt uns die Biologie; sie ist also die Lehre von den Eigenschaften der lebenden Körper. Diese Eigenschaften können sowohl den Bau als auch die Tätigkeit oder Leistung betreffen. Die Biologie teilt sich demnach in zwei Teile: 1. In die Lehre von dem Baue, Anatomie, und 2. in die Lehre von der Leistung, Physiologie.

Im folgenden werden wir uns mit der Anatomie und Physiologie der Honigbiene beschäftigen.

Durch die Vervollkommnung unserer Mikroskope sowie durch die Vervollkommnung unserer Apparate zum Zerlegen weicher Körper (Mikrotome) sind wir zu genaueren und sichereren Kenntnissen über die Anatomie der Biene gelangt. Schlimm dagegen steht es mit unseren Kenntnissen über die Physiologie der Biene, wenn es sich um die inneren Organe oder gar um den Chemismus der inneren Organe handelt! So klein eine Biene ist, so kompliziert ist ihr Bau. Will man etwas Zusammengesetztes verstehen, so muß man zuerst das Einfache kennen. Wir werden deshalb zuerst die einfachsten Lebewesen, die wir kennen, betrachten. Diese Betrachtung gewinnt dadurch noch an Wert, daß die höher entwickelten Tiere von den niederen tatsächlich abstammen. Das wird selbst von den Gegnern der Darwin'schen Theorie zugegeben. Und zwar herrscht zwischen der Entwicklung eines einzelnen Tieres und der seines Stammes ein interessanter gesetzmäßiger Zusammenhang: Die Entwicklung des einzelnen Tieres (Ontogenie) ist eine auszugswweise Wiederholung der Stammesentwicklung (Phylogenie) (Haeckel's biogenetisches Grundgesetz). Wir werden auf diesen Zu-

sammenhang nur soweit eingehen, als zum Verständnis der Anatomie und Physiologie der Honigbienen notwendig erscheint.

Die einfachsten Tiere, die wir kennen, von der auch die Honigbiene abstammt, deren Anatomie und Physiologie also die einfachste ist, sind die *Moneren*. Betrachten wir eine solche, die in unseren Sümpfen lebt, die *Protamoeba*, in einem Tropfen Wasser unter dem Mikroskope. Sie ist ein unregelmäßiges Klümpchen von zirka $\frac{1}{10}$ mm Durchmesser, Fig. 1. Das ganze Klümpchen besteht aus einem trüben Schleime,

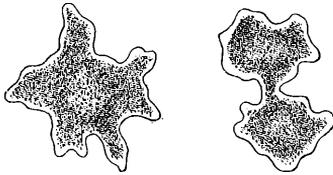


Fig. 1. Protamoeba nach Haeckel, rechts in Teilung begriffen.

der an den Rändern des Tieres klar wird. Betrachtet man das Tierchen durch einige Zeit, so sieht man, daß der Schleim Fortsätze ausstreckt. Diese Fortsätze kehren aber nicht immer wieder zurück. Oft fließt die große Masse in den Fortsatz hinein. Das Tierchen hat sich von einem Punkte zum andern bewegt. Diese Bewegungen finden nach allen Seiten des Raumes statt; sie heißt *amoeboidal* und ist nur dadurch möglich, daß einzelne Teile des Schleimes, er heißt *Protoplasma*, sich stärker zusammenziehen oder kontrahieren. Die Fähigkeit der Kontraktion heißt *Kontraktilität*. Sind einige Algen in unserem Tropfen, so können wir die Ernährung betrachten. Ein Fortsatz stößt an die Alge; sie dringt in den Körper ein und verläßt ihn an einer anderen Stelle. Die Alge ist jetzt ohne Inhalt. Die Protamoeba hat ihn in ihrem eigenen Körper nicht nur aufgenommen, sondern auch in ihren eigenen Körper verwandelt. Die aufgenommene Alge heißt *Nahrungsmittel*. Die Ernährung besteht also: 1. aus der Nahrungstoffaufnahme, 2. aus der Umwandlung in die eigene Leibmasse, *Assimilation*, und 3. aus dem *Auswerfen* des Unbrauchbaren. Die ausgeworfenen nicht assimilierten Stoffe heißen *Auswurf*. Der wichtigste Teil der Nahrungsaufnahme ist die *Assimilation*. Ohne diese sind Nahrungstoffaufnahme und Auswurf zwecklos. Man bezeichnet daher die Ernährung kurzweg als *Assimilation*.

Gibt man in unseren Wassertropfen einen Tropfen Säure oder Lauge, so kontrahiert sich die Protamoeba sofort zu einer Kugel; sie ist also für Reize empfänglich. Diese Fähigkeit nennt man *Irrita-*

bilität. Das haben wir ja übrigens schon bei der Bewegung zur Nahrungsaufnahme gesehen. Offenbar hat die Bewegung nur den Zweck Nahrung zu finden.

Lange können wir unsere Protamoeba nicht beobachten. Durch die Kontraktion werden unbrauchbare Stoffe aus dem Körper ausgeschieden, welche das Wasser vergiften. Die Fähigkeit der Ausscheidung heißt *Exkretion*. Entzieht man dem Wassertropfen den Sauerstoff, so geht die Protamoeba auch alsbald zugrunde; sie muß, so wie wir auch atmen. Sauerstoff wird eingeatmet. Er verbrennt einen Teil der lebendigen Substanz. Wasser und Kohlensäure wird dann ausgeatmet. Die Fähigkeit der Atmung heißt *Respiration*.

Ist die Ernährung größer als die Exkretion und Ausatmung, so nimmt die Leibes substanz der Protamoeba zu, sie wächst. Erreicht sie eine bestimmte Größe, so fängt sie sich an, in der Mitte immer mehr und mehr einzuschnüren, bis sie in zwei nahezu gleiche Teile zerfällt, welche dieselben Eigenschaften wie die ursprüngliche Protamoeba haben, Fig. 1. Mit einem Worte: Die Protamoeba hat sich vermehrt. Das ursprüngliche Tier heißt Muttertier, die neu entstandenen Tochtertiere. Der Vorgang heißt Teilung. Die Fähigkeit der Vermehrung heißt *Reproduktion*. Eigentlich ist die Vermehrung oder Fortpflanzung nur ein Wachstum über das Individuum hinaus.

Somit hätten wir die Anatomie und Physiologie der einfachsten Lebewesen erschöpft.

Fassen wir die gewonnenen Ergebnisse kurz zusammen. Anatomie: Trüber Schleim. Physiologie: Das Leben äußert sich 1. in Kontraktion, 2. in Exkretion, 3. in Assimilation, 4. in Respiration, 5. in Reproduktion und 6. in Irritabilität. Diese Erscheinungen heißen *Lebenserscheinungen*. Ist das Leben eines Tieres auch noch so kompliziert, diese Erscheinungen finden wir immer wieder.

Zum Verständnisse der Organisation des Bienenleibes wird es beitragen, wenn wir auch die auf die Moneren folgende Stufe des Tierreiches noch betrachten. Es sind dies die *Amoeben*, Fig. 2. Ihr Körper besteht nebst dem trüben Schleime noch aus einem festen Kerne (*Nukleus*). Der Schleim heißt hier *Cytoplasma*, der Kern *Karhoplasma*. Das Cytoplasma enthält auch eine kleine runde Höhle, welche zirka 60mal in der Minute verschwindet und sich wieder erneuert: *kontraktile Vakuole*. Cytoplasma und Karhoplasma

bilden einen einheitlichen Organismus, eine Zelle. Viele einzellige Tiere sind von einer dem Cytoplasma eng anliegenden, Haut, der Zellhaut, umgeben. Bei der Amöbe finden wir alle unsere Lebenserscheinungen wieder. Interessant ist es, daß sich bei der Teilung zuerst der Kern und dann erst das Cytoplasma teilt.

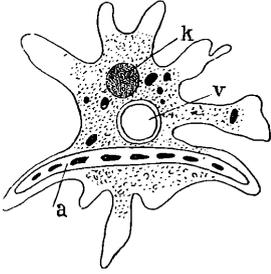


Fig. 2.
Süßwasseramöbe nach Gruber.
a eine geöffnete Mge, v kontraktile
Vakuole, k Kern.

ter zellul ar s u b s t a n z miteinander verbunden. Alle diese Zellen sind aber nicht einander gleichgestaltet; sie werden deshalb auch nicht die gleiche Funktion haben. In der Tat ist dem so. Bilden z. B. die Zellen einen soliden Haufen, so können nur die an der Oberfläche liegenden sich ernähren. Sollen die inneren leben, so müssen sie durch die äußeren ernährt werden. Die inneren Zellen übernehmen dafür eine andere Lebensfunktion. In einem Zellenstaate tritt also wie in unserem Menschenstaate Arbeitsteilung ein. Die verschiedene Arbeit ist aber auch an eine verschiedene Gestaltung, Differenzierung der Zellen gebunden. Miteinander verbundene Zellen, welche gleiche Gestalt und Leistung haben, nennt man ein Gewebe. Der Zellstaat, Biene genannt, besteht, wie jeder andere hochorganisierte Zellstaat, aus folgenden Geweben: 1. Epithelgewebe,

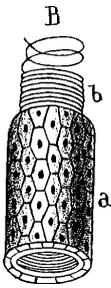


Fig. 3. B Stück
einer Trachee.
Schematisch.
Original.
a Epithel,
b Spiralfband.



Fig. 4. Stück der Kopfhaut der
Arbeitsbiene. (Original.)
a Haut (Deckepithel), b Chitin-
absonderung.

Drüsenepithel Fig. 6, welches eine Flüssigkeit, Sekret genannt, ausschleidet. 2. Muskelgewebe Fig. 7 dient zur Kontraktion.

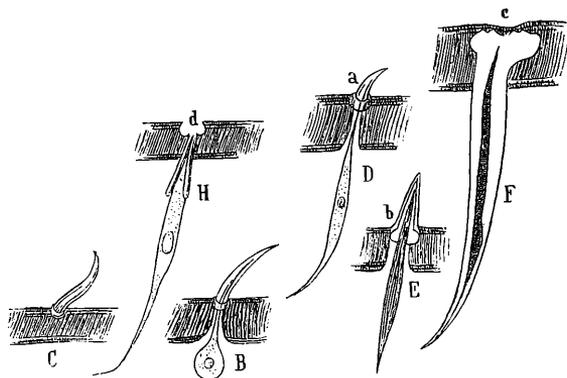


Fig. 5. Sinnesorgane am Fühler, nach Schiemenz.

F Längsschnitt einer Gehörgrube, H Längsschnitt durch eine Geruchsgrube, E Längsschnitt durch einen Lastfegel, B Längsschnitt durch ein Lasthaar, C Längsschnitt durch ein gewöhnliches Haar vom Rücken des Fühlers, D Längsschnitt durch ein Hautier'sches Lasthaar. Bei H, D, F, B und E sieht man die Sinnesepithelzellen.

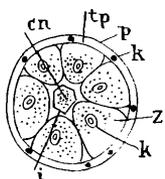


Fig. 6. Querschnitt durch ein malpighisches Gefäß.

cn Harnkanal mit Harnreiformarben, i Intima, z Harnzellen (Drüsenepithel), k ihr Kern mit Kernkörperchen, tp lunica propria, p Peritonealhülle, k Kern derselben.

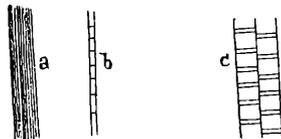


Fig. 7. Muskelfasern, nach Kolbe.

a zwei fibrilläre Muskelfasern, b eine fibrilläre Muskelfaser, sehr stark vergrößert, c zwei quergestreifte Muskelfasern.

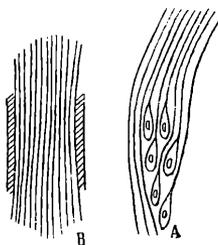


Fig. 8. Nerven-elemente der Biene, nach Cowan.

A Nervenzelle mit ihren Fasern aus einem Ganglion, B Stück eines Nerven, Nervenfaser mit ihrer gemeinsamen Scheide.

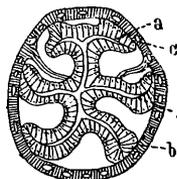


Fig. 9. Querschnitt durch den Dünndarm nach Schiemenz.

a Darmlumen, b Drüsen-Epithel, c Muskeln. Der Faden, welcher von oberhalb der mittleren Drüsenepithelfalte jederseits zum Ringmuskeln zieht, ist Stützgewebe.

3. Nervengewebe Fig. 8 dient zur Irritabilität. 4. Stützgewebe Fig. 9. Meist vereinigen sich mehrere Gewebe zu einer gemeinsamen Leistung. Das Herz z. B. besteht aus Nerven- und Muskelgewebe. Solche zu gemeinsamer Leistung verbundenen Gewebe nennt man Organe. Organe der Biene sind z. B. Beine, Herz u. s. w.

Es ist nicht uninteressant und für die Erkenntnis der Einheit der Lebenserscheinungen sehr wichtig, die lebendige Substanz, so kann man nämlich Protoplasma und Cytoplasma nennen, chemisch zu untersuchen.

Die lebendige Substanz besteht aus mehreren, chemisch isolierbaren und unterscheidbaren Stoffen. Diejenigen davon, welche man bis jetzt in jeder Zelle gefunden, heißen primär, die, welche nicht in jeder Zelle gefunden wurden, heißen sekundär. Für das Leben unumgänglich notwendig sind nur die primären. Es sind dies: Wasser, Aschebestandteile (mineralische Stoffe), Eiweißkörper, Nucleoproteide oder Nucleine, Lecithin und Cholesterin. Sekundäre Zellstoffe sind z. B. Fett und Farbstoffe.

Die primären Zellstoffe sind mit Ausnahme des Cholesterins sogenannte Proteinstoffe. Sie sind amorph, stickstoffhaltig und enthalten riesig viele Atome im Molekül. Außer Stickstoff, der nie fehlt, enthalten sie auch noch Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. Die meisten enthalten überdies noch Schwefel, einige neben Schwefel auch Phosphor und Eisen.

Nach unseren jetzigen Kenntnissen haben wir uns den Vorgang des Lebens folgendermaßen vorzustellen: Sauerstoff und ein Reiz treffen ein Molekül der Lebenssubstanz. Das Molekül zerfällt teilweise, und zwar so, daß jedem verschiedenen Reize eine verschiedene Auscheidung entspricht. (Irritabilität, Excretion und Kontraktion — abbauende Lebensfunktionen.) Die Assimilation hat die ausgeschiedenen Stoffe zu ersetzen. Diese Stoffe sind aber in der Nahrung meist nicht vorhanden. Die lebendige Substanz zieht nun aus den Nahrungsstoffen sich dieselben heraus. Zieht sie mehr heraus, so entsteht Wachstum und Vermehrung. (Assimilation — aufbauende Lebensfunktion.)

Man sieht: Das Leben ist ein fortwährender Aufbau und Zerfall der Moleküle!

So, nun zur Biene!

II. Äußere Gestalt der Biene.

Un welcher Stelle man auch in die Leibeshöhle der Biene einbringen will, überall muß man zuerst eine mehr oder weniger feste Haut durchdringen. Diese Haut ist eine eigene chemische, geschichtete, unorganisierte Substanz, *Chitin* genannt. Sie besteht nie aus Zellen, siehe Fig. 4; sie ist eine Abseidung der den Körper einhüllenden, aus einer einzigen Zelllage bestehenden Haut, *Matrix*, *Hypodermis* oder *Cutis* genannt. Der ganze Körper ist von dieser Haut und darauf liegend von dem *Chitin* eingehüllt. Wie man an eben ausschlüpfenden Bienen sehen kann, ist dieses *Chitin* anfangs weich und fast farblos. Später kann es verschiedenfärbig und verschiedenartig fest werden. In den Riefen ist es *hart*, in den Flügeln *elastisch* und am Gaumensegel *weich*; es vertritt also die Stelle des Knochens, des Knorpels und der Haut.

Das *Chitin* ist eine organische Substanz und hat folgende Formel: $C_{600} H_{1000} N_8 O_{388} + (1-4) H_2 O.$ ¹⁾ Da es beim Sieden mit Mineralsäuren *Glukosamin* liefert und da dieses auch im Knorpel der höheren Tiere vorkommt, ist das *Chitin* diesem verwandt.²⁾

Das *Chitin* wird bei Wirbeltieren nicht gefunden. Es ist den Spinnen, Krebsen, namentlich aber den Insekten oder Kerfen eigentümlich. Man hat deshalb diese Tiere auch *Chitinhäuter* genannt. Da es den meisten Lösungsmitteln widersteht, ist es eine ausgezeichnete Hülle für den Körper. Die Insektensammlungen, welche ja nur mehr die *Chitinhüllen* der Tiere enthalten, legen Zeugnis davon ab.

Wenn wir also die äußere Gestalt der Biene besprechen, so besprechen wir eigentlich nur ihre *Chitinhülle*.

Der Körper der *Arbeitsbiene*, Taf. I, Fig. 2 — und von dieser wollen wir immer sprechen, wenn nicht ausdrücklich die Königin oder Drohne genannt ist — besteht aus drei voneinander durch tiefe Einschnitte getrennten Teilen: 1. den *Kopf* (*caput*), 2. der *Bruft* (*thorax*) und 3. dem *Hinterteile* (*abdomen*). Diese hintereinander liegenden Körperteile sind durch je ein feines Röhrchen (*petiolus*) miteinander verbunden.

Der Kopf ist flachgedrückt und von vorne gesehen dreieckig, Taf. I, Fig. 5, die großen Flächen stehen senkrecht auf die Körperachse, eine Spitze

¹⁾ Sundwif, *Malys Jahresber.*, Bd. 20.

²⁾ Schmiedeberg, *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, Bd. 28.

steht bauchwärts; in ihr liegt die Mundhöhle und in dieser stehen die bei der Assimilation zu besprechenden Fresswerkzeuge (trophi). An den Seiten des Kopfes liegt jederseits ein zusammengefügtes Auge, dieses reicht nach abwärts nicht bis zu den Fresswerkzeugen. Der zwischen beiden liegende Teil heißt Wange (gena). Oben am Kopfe liegen drei einfache Augen (ocelli); sie liegen in den Endpunkten eines Dreiecks, dessen Basis mit der des Kopfes parallel ist. In der Mitte der Vorderseite stehen nahe aneinander die Fühler (antennae), sie entspringen in kleinen Löchern des Kopfes. In diesen liegt das unterste, kugelförmige Glied derselben, die radicula. Auf dieses folgt ein langes, stabförmiges Glied, der Schaft (scapus) und auf dieses zehn kurze, aufeinanderfolgende, stabförmige Glieder, welche zusammen Geißel (flagellum) heißen. Geißel und Schaft bilden einen Winkel; solche Fühler

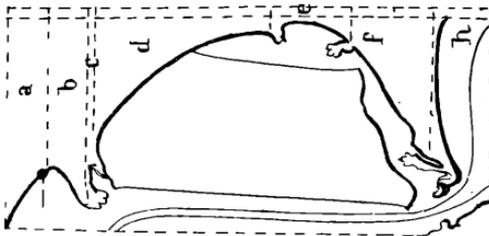


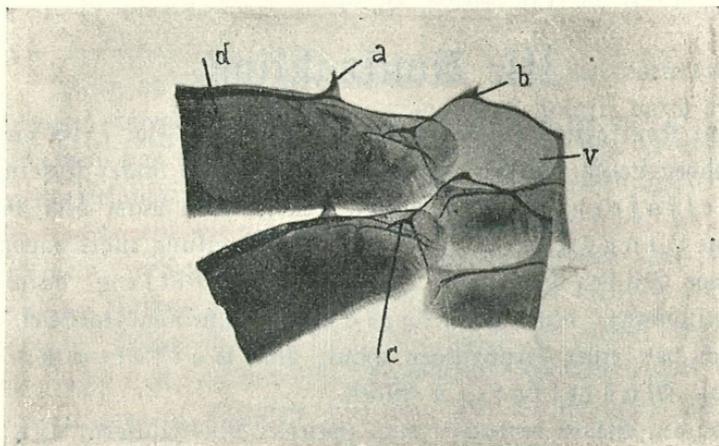
Fig. 10. Längsschnitt durch die Brust. Schema nach Ch. Janet.

a b Teile des Kopfes, c Prothorax, d Mesothorax, e Metathorax, f erster Hinterleibsring, h zweiter Hinterleibsring.

heißen gekniet. Vom vorderen einfachen Auge läuft bis zwischen die Fühler eine Furche (carina), diese teilt sich unter den Fühlern in zum Teile, von welchen jeder zum äußeren Ende des Mundes führt. Der zwischen diesen, ein Dreieck bildenden Linien, liegende Teil des Kopfes heißt Kopfschild (clypeus). Auf der Hinterseite des Kopfes, Fig. 39 a, liegt näher dem oberen Ende das Hinterhauptslöch (occipitalforamen). Dieses wird durch einen horizontalen Chitinbogen (jugum) in eine obere und untere Hälfte geteilt. Vorne an der Unterseite ist der Kopf tief ausgeschnitten, Kehlauschnitt. Der Rand dieses Ausschnittes ist einwärts gebogen.

Die Brust ist kugelig. An ihr befinden sich oben jederseits ein Paar Flügel, unten jederseits drei Paar Beine. Hat man den Kopf einer frischen Biene abgetrennt, so kann man sich durch Ziehen an den

Vorderbeinen leicht überzeugen, daß sich ein Ring, an dem sie hängen, leicht bewegen läßt. Fig. 10. Ein Ring, an dem Beine hängen, heißt ein *Brustring*. Der erste Brustring, Halschild (Prothorax) der Biene ist also leicht beweglich. Er ist von oben wenig sichtbar, weil er in einem schief von vorne und oben nach hinten und unten gehenden Abschnitte der übrigen Brust liegt. Die übrigen zwei Brustringe sind mit dem ersten Hinterleibsringe zu einem Stücke verwachsen. Der *zweite Brustring* (Mesothorax) trägt oben die Vorderflügel, unten das zweite Beinpaar; oben nimmt er den größten Teil des Bruststückes ein. An seinem hinteren Rande liegt eine halbmondförmige Erhöhung, welche



Photographie von L. Arnsart und Dr. R. Giede.
 Fig. 11. Zusammenhang der Sterniten mit den Tergiten.
 d Tergiten, v Sterniten, e, a, b Chitinfortsätze.

zwischen den Vorderflügeln beginnt und ihre Halbmonderhabenheit nach rückwärts legt. Es ist dies das sogenannte *Schildchen* (scutellum). Gleich hinter dem Schildchen liegt ein schmaler Wulst, es ist das *der dritte Brustring* (metathorax), er trägt oben die Hinterflügel, unten das dritte Beinpaar. Der nun folgende in die Brust einbezogene *erste Hinterleibsring*, das sogenannte *Mediärssegment*, bildet oben eine nach rückwärts zur Hinterleibsverbindung desselben hin abfallende Fläche.

Der Hinterleib ist eiförmig, das stumpfe Ende liegt vorne, das spitze hinten. Er besteht aus sechs äußerlich sichtbaren Ringen. Der erste (vorderste Ring) verlängert sich nach vorne zu einer kurzen engen Röhre

(Petiolus), welche den Anschluß an den Hinterleib bildet. Der hintere Teil jedes Ringes greift über den vorderen Teil des auf ihn folgenden. Die Ringe stecken also teilweise ineinander. Eigentlich besteht jeder Ring aus zwei Halbringen. Der obere, tergite, greift bis über die Mitte nach abwärts; er hüllt die Seiten des unteren, kurzen, sternit, ein, Fig. 11. Unter dem 6. Tergiten liegt der Tergit eines siebenten Ringes versteckt; an ihm ist der Stachelapparat aufgehängt.

Der ganze Körper der Biene ist mit verschieden gestalteten Haaren, welche aus Chitin bestehen, bedeckt. Man kann einfache, geteilte und gefiederte Haare unterscheiden. Alle diese können wieder kurz oder lang sein.

III. Kontraktion.

Zur Kontraktion dienen die *Muskeln*, siehe Fig. 7, die man im gewöhnlichen Leben „Fleisch“ nennt; sie bestehen aus lauter Fasern, den *Muskelfasern*. An allen Fasern bemerkt man unter dem Mikroskope eine *Längsstreifung*. Diese Längsstreifung rührt davon her, daß lange Fäserchen, die *Primitivfibrillen*, durch eine Zwischensubstanz, dem *Sarkoplasma*, aneinandergesittet und schließlich von einer kernhaltigen Haut, dem *Sarkolemma*, umgeben, die *Muskelfasern* bilden.

Bei den Bienen beobachtet man zweierlei Muskelfasern: a) *quergestreifte*, sie sind weiß oder blaß und haben deutlich quergestreifte Fibrillen. Die Querstreifung rührt von übereinandergestellten Prismen, den *Muskелеlementen*, her, aus denen die Fibrillen bestehen. Die Mittelschicht des Muskelements wird von einer, das Licht stark und doppelt brechenden Substanz eingenommen, daher die Querstreifung. Die quergestreiften Muskeln dienen zur *willkürlichen* Bewegung. Der größte Teil der Bienenmuskeln gehört zu ihnen. Am besten lassen sie sich aus der Brust, welche damit fast angefüllt ist, präparieren.

b) *Fibrilläre*; sie sind meist gelblich oder bräunlich; ihre Fibrillen sind nicht oder nur äußerst fein quergestreift. Sie sind weniger häufig und kommen z. B. in den Zwerchfellen des Hinterleibes der Biene vor; sie dienen der *unwillkürlichen* Bewegung.

Die *glatten* Muskelfasern der Säugetiere sind bei den Bienen noch nicht sicher nachgewiesen.

Die Aufgabe des Muskels ist, sich auf Reiz zu kontrahieren. Der Muskel wird dadurch in der Richtung der Fasern kürzer, in der darauf senkrechten aber dicker. Die Verkürzung kann 20% der ursprünglichen Länge betragen.

Sollen viele Muskeln an einem einzigen Punkte angreifen oder wäre die Annäherung zweier Punkte durch die Kontraktion der zwischen ihnen liegenden Muskelfasern zu groß, so greifen die Muskelfasern nicht an den Punkten selbst an, sondern an Chitinfäden, Sehnen genannt.

Die Muskeln setzen entweder an festen Chitinteilen an — Skelettmuskeln — oder sie greifen nur an Weichteilen an — Hautmuskeln.

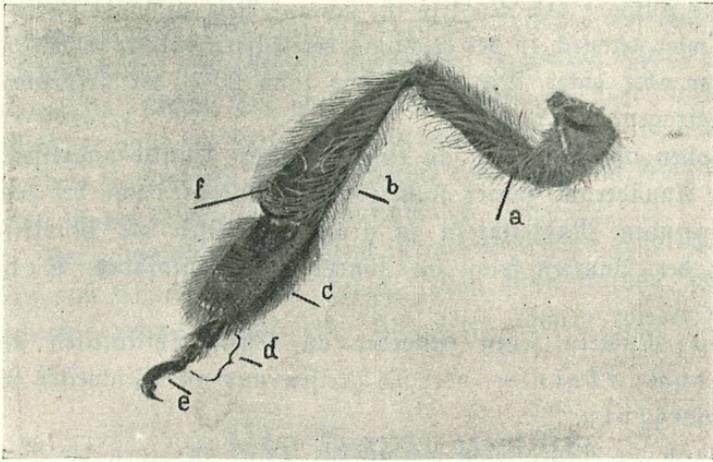
Durch die Kontraktion werden die Teile, an denen die Muskeln angreifen, einander genähert. Sollen zwei Punkte durch die Muskelkontraktion von einander entfernt werden, so liegt er an dem einen, der Muskelangriffspunkt an dem anderen Ende eines Hebels. Muskeln, welche ein Gelenk beugen, heißen Beuger, die, welche es strecken, heißen Streckter. Muskeln, welche ein Körperglied drehen, heißen Dreher. Muskeln, welche ein Glied an den Körper ziehen, heißen Anzieher, die, welche es wieder wegziehen, Abzieher. Ringmuskeln umgeben Oeffnungen oder Höhlungen; sie verringern in Tätigkeit, dieselben. Der Bienenkörper hat alle Arten dieser Muskeln.

Die Muskelkraft des Bienenkörpers ist sehr groß. Nach den Versuchen von Plateau kann eine Biene ihr zwanzigfaches Körpergewicht ziehen. Während des Fluges kann eine Biene eine Last, welche drei Viertel ihres Körpers wiegt, noch tragen.

An dieser Stelle wollen wir nur jene Bewegungen besprechen, welche eine Orts- oder Lageveränderung des ganzen Körpers bedingen, die anderen werden besser bei den betreffenden Organen betrachtet.

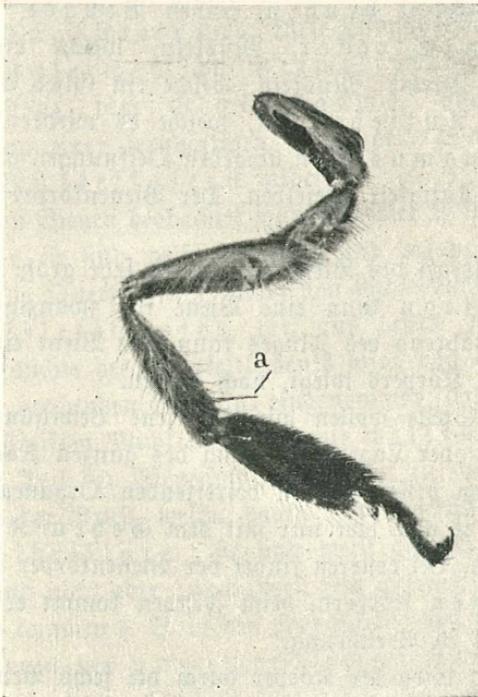
Wir haben es also hier nur mit dem Gehen, Klettern und Fliegen zu tun. Bei ersteren findet der Bienenkörper immer Stützpunkte an festen Körpern, beim Fliegen kommt er aber nur mit Gasen, der Luft in Berührung.

Beim Gehen wird der Körper durch die sechs Beine vom Boden erhoben getragen. Im Augenblicke der Ruhe greifen sämtliche Beine auf den Boden. Die Vorderbeine sind nach vorne, die Mittelbeine nach der



Photographie von L. Arnhart und Dr. H. Giecke.

Fig. 12. Hinterbein der Arbeitsbiene von außen. a Schenkel; b Schiene; c Bürstchen, 1. Tarsenglied; d 2., 3., 4. Tarsenglied; e Krallenglied mit Kralle; f Körbchen.



Photographie von L. Arnhart und Dr. H. Giecke.

Fig. 13. Mittelbein der Biene. Bei a der Dorn an der Schiene.

Seite, die Hinterbeine nach hinten gerichtet. Nun wird das rechte Vorderbein, das linke Mittelbein und das rechte Hinterbein gehoben und vorgekehrt. Während nun der Körper vorgestoßen wird, wird das linke Vorderbein, das rechte Mittelbein und das linke Hinterbein gehoben und vorgekehrt. Nun kommt wieder die erste Beingruppe in ihre Tätigkeit u. s. w. Man sieht, der Körper der Biene ruht immer auf drei Punkten und diese sind die mindesten, um eine Unterstüßungsfläche



Photographie von L. Arnhart und Dr. R. Hiecke.

Fig. 14. Letzte Behenglieder einer Königin.

Am letzten Fußgiede sieht man die zweispitzige Kralle und an demselben das zusammengefaltete Gastfläppchen mit dem Chitinbogen.

zu markieren. Durch die Schrägstellung der Beine nach außen wird die Unterstüßungsfläche größer. Beim Gehen werden, wie bei allen Bewegungen der Biene, auch die Fühler in Bewegung gesetzt.

Nun ist es an der Zeit, die Werkzeuge zum Gehen, die Beine, Fig. 12, zu betrachten. Jedes Bein besteht aus einer Anzahl aufeinanderfolgender Glieder. Die Biene ist also ein Gliederfüßler. Das oberste Glied, die Hüfte, *coxa*, steht in einer passenden Höhle der Brust. Auf die Hüfte folgen ein kurzes Glied, der Schenkelring,

trochanter. Auf diesen folgt der lange *Schenkel*, femur, auf diesen wieder die lange *Schiene*, tibia, auf diese wieder der fünfgliederige Fuß, tarsus. Die ersten vier Fußglieder sind herzförmig, das letzte wieder länglich. Das letzte Fußglied, Fig. 14, trägt zwei zweispitzige Krallen und zwischen denselben ein *Haftläppchen* (pulvillus). In der Ruhe sind die Seitenränder des Haftläppchens stark nach aufwärts gebogen, so daß zwischen ihnen eine tiefe Falte entsteht. Die Oberseite, also die Falte, ist stark behaart. Quer zur Falte liegt ein elastischer *Chitinbogen* mit seiner Höhlung nach oben, also parallel zur Faltenkrümmung in dem Läppchen. Die Krallen leisten beim Gehen auf *rauen Flächen* gute Dienste, das Haftläppchen aber auf *glatten*. Vor den Haftläppchen liegt nämlich im letzten Zehngliede eine *Drüse*, deren Sekret in das Haftläppchen fließt und durch seinen unteren Rand, ohne daß man hier *Löcher* sieht, durchtritt. Wird das Haftläppchen nach abwärts gezogen, so wird der elastische Bogen mit seiner Unterseite flach, die klebrige Haftfläche wird größer, ihre Adhäsion hält die Beine sogar an *senkrechten Wänden*. Läßt dieser Zug nach, so krümmt sich der elastische Bogen und damit wieder die Seitenränder des Läppchens nach oben. Beim Ansetzen des Fußes werden die Krallen schief nach abwärts und vorne gehalten. Greifen die Krallen, also auf einer glatten Fläche, nicht an, so wird der Fuß noch mehr hinabgedrückt. Die Krallen liegen jetzt, fast nach vorne gerichtet, auf der Bewegungsfläche. Das Haftläppchen wird so fest angebrückt, *streckt sich* und klappt auseinander, Fig. 15. Interessant ist es, daß man, wenn die Krallen in der Richtung des Fußes nach rückwärts gerichtet sind, durch Druck von oben auf das Läppchen, dasselbe nicht entfalten und strecken kann. Zum Strecken dient unten eine *Streckplatte*, zum Abwärtsdrücken oben eine *Druckplatte*. Auf *naßen glatten Wänden* versagt das Sekret.

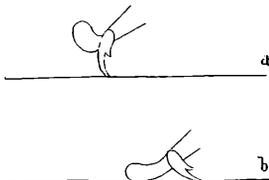


Fig. 15. Krallen und Haftläppchen.
Original.

a auf *rauer Fläche* greifend, b auf
glatter Fläche greifend.

Hauptsächlich aber leisten Krallen und Haftläppchen ihre Dienste beim *Klettern*. Hier kommt auch die *Schrägstellung* und *Gliederung* der Beine auszeichnet zu *statten*. Beim *Klettern* hängt nämlich der Körper an einem *Beine*. Es ist der *Biene* einerlei, an welchem. Durch die *6-Zahl* der *Beine* ist fast bei jeder Körperstellung ein Bein oben. Das *Klettern* selbst ist ein

Gehen auf schrägen Wänden. In der Tat kann die Biene mit dem Kopfe voran nach allen Richtungen klettern. Beim Klettern auf den Waben und beim Einzwängen in die Blumen kommt der Biene der an der Innenseite der Mittelschienenenden schief nach abwärts stehende Dorn sehr zu statten, er gibt ihr einen zweiten Stützpunkt. Fig. 13.

Zum Fliegen braucht die Biene ihre Flügel. Dieselben sind häutig, elastisch, von Adern durchzogen und oben behaart. Die Vorderflügel sind größer. Die Flächen zwischen den Adern heißen Felder. Die Haut der Adern und die Gestaltung der Felder sind zur Unterscheidung der nahen Verwandten der Biene von Wichtigkeit. In Fig. 16 sind sie mit ihren wissenschaftlichen Bezeichnungen wiedergegeben. Für die Biene ist die

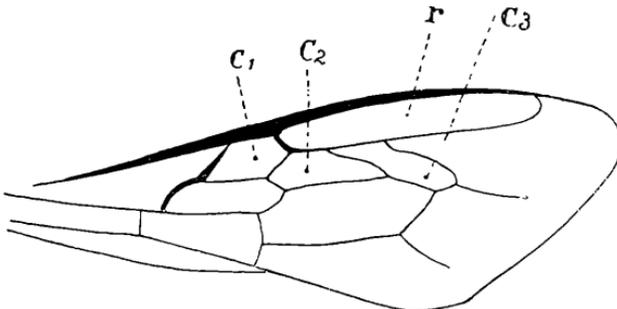


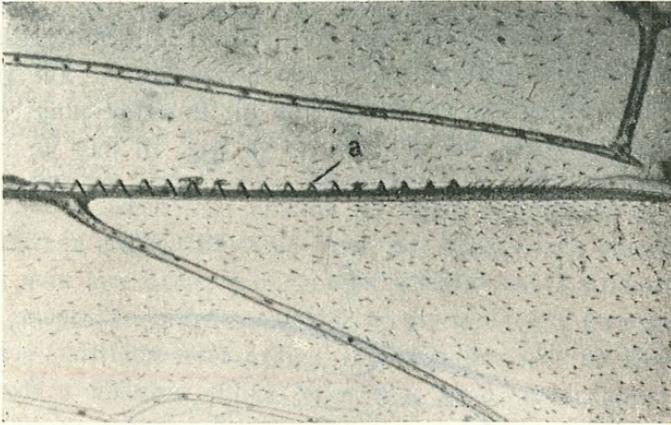
Fig. 16. Flügel der Biene. Original.
r Radialzelle, C₁ erste, C₂ zweite, C₃ dritte Kubitalzelle.

sehr lange, fast bis zur Flügelspitze reichende Radialzelle von Wichtigkeit, ebenso die drei Kubitalzellen.

Fliegen überhaupt ist elementar nur auf zweierlei Weise möglich. Entweder ist ein Körper leichter als die ihn verdrängende Luft, dann steigt er und hält sich ohne sein Zutun in der Luft oder der Körper steigt und erhält sich in der Luft durch gewisse Bewegungen: Flugbewegungen. Selbstverständlich können beide Elementarbewegungen vereinigt sein. Bei der Biene findet das Fliegen nur durch Flugbewegungen der Flügel statt. Die Flügel sind aber auch noch anderer Bewegungen fähig. Uns interessieren hauptsächlich die Flugbewegungen. Solche können nur die Vorderflügel machen. Die Hinterflügel werden von den Vorderflügeln nur mitgezogen. Um dies zu bewerkstelligen, ist der Hinterrand der Vorderflügel in der Mitte nach abwärts rinnenförmig umgebogen. Der Vorderrand der Hinterflügel hat an der entsprechenden Stelle nach aufwärtsstehende, eigentümlich geformte Hädchen, Fig. 17. Die

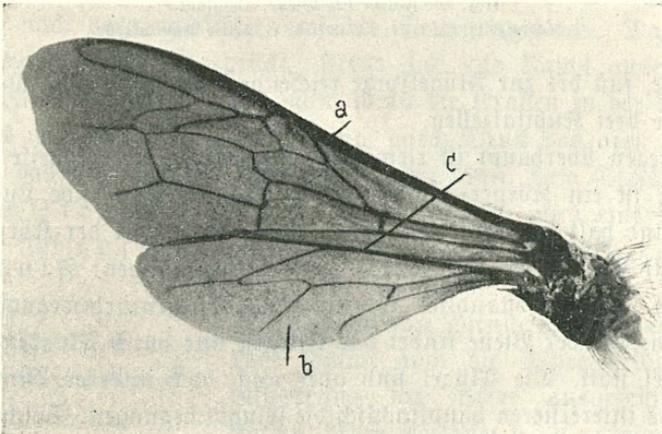
Vorderflügel können in die Hinterflügel nach Belieben ein- und ausgehängt werden.

Die Flugbewegungen bestehen in sich rasch wiederholendem Auf- und Abschlagen der Flügel. Da die vorderste Flügelrippe namentlich am Fig. 17. A



Photographie von L. Arnhort und Dr. R. Giede.
Verbindungsstelle der Vorder- und Hinterflügel. a Die Häkchen in der Rinne.

B



Photographie von L. Arnhort und Dr. R. Giede.
Flügel der Arbeitsbiene. a Vorderflügel, b Hinterflügel, c Stelle, wo die beiden Flügel durch die Rinne und Häkchen aneinanderhängen.

Grunde sehr steif und unelastisch, die Flügelfläche aber sehr weich ist, bleibt letztere sowohl beim Aufwärts- als auch beim Abwärtschlagen zurück. Die Flügelfläche stellt sich somit schief zur Schlagrichtung. Die

Luft gibt diese Stöße wegen ihrer Elastizität zurück. Diese Rückstöße benützt die Biene, um ihren Körper nach erreichter Schiefstellung der Flügel durch Rückwärtschlagen derselben vorzustößen. Da diese Stöße rasch nacheinander in senkrechten Richtungen aufeinander erfolgen, wirkt nur die in der Diagonale des bezüglichen Kräfteparallelogramms liegende Resultierende. Durch diese wird die Biene in ihrer Körperachse vorgestoßen. Fig. 18. Da die Flügel am Ende des Auf- und Abschlages nach vorne gezogen werden, entsteht die von *M a r r y* beobachtete Wellenbewegung der ersten Rippe, also des ganzen Flügels oder bei festgehaltenem Körper die Form eines Achters, Fig. 19. Die Muskeln zum Fliegen liegen in der Brust, Taf. II, Fig. 2. Einige greifen nur an der Vorderrippe an. Diese, die direkten Flügelmuskeln, dienen



Fig. 18. Flugkurven der Flügelspitze nach Marey. Die Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung der Flügel an.

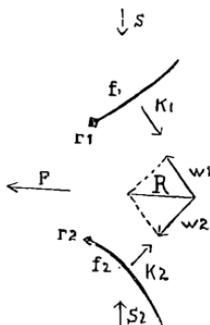


Fig. 19. Stellung der Flügel beim Fluge. r_1 , Vorderrippe, f , Flügel, S_1 , Schlagrichtung des Flügels, K , Richtung der Wirkung des Flügelchlages, w_1 , Gegenwirkung der Luft. Dieselben Buchstaben mit dem Index 2 gelten für den Aufschlag der Flügel. F Flugrichtung, R Resultierende der Luftwirkung. Original.

nur zum Dirigieren der Flügel. Die größten Flügelmuskeln verbinden gegenüberliegende Teile der Brustwände, zwischen denen die Vorderrippe hebelartig eingelenkt ist. Durch ihre Kontraktion werden die Brustwände einander genähert oder entfernt und drücken auf den Flügelhebel: das sind die großen indirekten Flügelmuskeln.

Der Flug eines Körpers kann stabil, wenn der Schwerpunkt des fliegenden Körpers unter dem der verdrängten Luft liegt oder labil sein, wenn die genannten Punkte umgekehrt liegen. Damit der Schwerpunkt der Biene recht tief liegt, liegen die Eingeweide an der Bauchfläche der Leibeshöhlen. An der Rückenfläche liegen sowohl im Kopf, in der Brust und im Hinterleib große Luftblasen. Diese machen den Körper auch leichter. Darum werden sie vor dem Fliegen immer gefüllt. Ohne ent-

sprechende Füllung derselben ist die Kraft der Flügelschläge viel zu gering, den Körper zu heben — die Biene kann nicht fliegen.

Die Aenderung der Richtung des Fluges wird durch Verrückung des Körperschwerpunktes und diese wieder durch Bewegung des Kopfes und namentlich des Hinterleibes bewerkstelligt. Der Hinterleib kann in der Mittellinie und nach den Seiten gehoben oder durch seine Schwere gesenkt werden. Die Biene ist eine Meisterin im Fliegen; sie kann an einem Punkte in der Luft schwebend sich erhalten; sie kann schnell und langsam fliegen; sie kann rasch und in spitzem Winkel die Flugrichtung ändern; sie kann nach rückwärts fliegen.

IV. Respiration.

Wir haben eingangs gehört, daß in einem Zellenstaate, wie die Biene einer ist, Arbeitsteilung der Zellen eintritt. Das ist aber nicht so zu verstehen, daß die Zellen, welche die Kontraktion übernommen haben, nicht auch atmen würden. Die Sache verhält sich eben nur so, daß bei den Kontraktionszellen die Haupt-, auffallendste und ausgebildetste Arbeitsleistung eben die Kontraktion ist. Dabei bestehen aber noch alle anderen Lebensfunktionen, die Atmung zc., fort, ohne welche ja ein Leben nicht möglich ist. Also allen Zellen des Bienenleibes muß Sauerstoffgas zugeführt werden.

Bei uns Menschen gelangt der Sauerstoff durch *Einatmen* zuerst in die Lungen. Durch die Wände der Lunge tritt er in das die Lungenwände umspülende Blut. Es geschieht dies durch Poren, welche wohl den Sauerstoff in das Blut, dieses aber nicht heraustreten lassen. Während der Sauerstoff eintritt, tritt die Kohlensäure aus. Diese wird dann *ausgeatmet*. Das Blut trägt dann den Sauerstoff jeder einzelnen Zelle zu, nimmt ihr ihre Kohlensäure ab und führt diese wieder in die Lungen.

Bei der Biene verhält sich dies etwas anders. Durch eigene, den ganzen Körper durchziehende Röhren wird Sauerstoff den Organen zugeführt. In diese Röhren geben die Organe ihre Kohlensäure ab. Die Gesamtheit aller den Körper durchziehenden Röhren nennt man das *Tracheensystem*, jede einzelne Röhre heißt eine *Trachee*. Die Trachee, siehe Fig. 3, besteht aus zwei Schichten, außen ist eine Epithelschichte, sie besteht aus langsechseckigen Zellen, deren Zellhäute im Alter

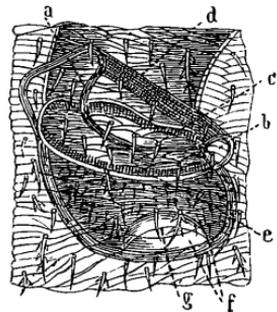
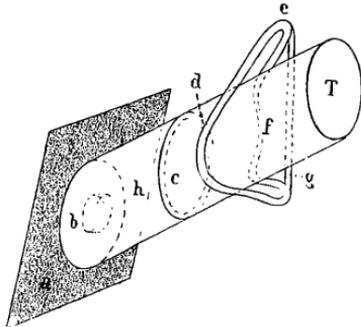
schwer sichtbar zu machen sind. Innen ist eine Chitinschichte, welche aus drei Schichten bestehen kann. Eine dieser Schichten, welche nie fehlt, ist die Spiralfaserschichte.

Um das Innere dieser weichen Röhren in Spannung zu erhalten, sind sie, wie man dies in neuerer Zeit auch mit Kautschukschläuchen tut, aber innen mit einer elastischen Chitinspirale ausgekleidet. Sämtliche Tracheen des Körpers stehen mit einander in Verbindung, so daß ein verstopfter Tracheeneingang keinen Schaden machen kann. Diese Tracheeneingänge in den Körper heißen Stigmen, Luftlöcher. Der Kopf hat keine Stigmen, die Brust hat deren jederseits drei, der Hinterleib hat jederseits sieben Stigmen, indem der unter dem 6. liegende 7. Hinterleibsring auch, und zwar ein großes Stigma trägt. Die

A

Fig. 20.

B



Schema eines Abdominalstigmas samt Trachee.
Original.

a Körperdecke, b Stigma mit Vorhang, h Näpfchen, c Chitiring am Ende des Näpfchens, d Verschlußbügel, e Verschlußkegel, f Verschlußband, g Tracheenschließmuskel, T Trachee.

Stigma der Biene, nach D. Kraucher.
a, b Verschlußkegel, c Verschlußband, d Schließmuskel, e Ring, f Zylinderchen, g Vorprünge.

Hinterleibsstigmen liegen sämtlich an den Seiten der Tergite. Nur an die Stigmen der Brust setzen sich direkt die Tracheen an. Die Stigmen, Fig. 20, des Hinterleibes haben zunächst ein festes, schief nach vorne stehendes, innen mit Haaren ausgekleidetes Zylinderchen aufsetzen, dessen Kreisränder verdickt sind. An dieses setzt sich am inneren Kreisrande die Trachee an. Das Stigma trägt nach innen einen rund um die Deffnung gehenden häutigen Vorsprung. Jede Trachee, die zu einem Stigma führt, hat einen Verschlußapparat knapp an ihrem Beginn. An die Trachee legt sich nämlich außen ein elastischer Chitinbogen herum, der sie aber an zwei gegenüberliegenden Stellen schmale Schlingen bildend, verläßt. Zwischen den Spitzen dieser

Schlingen, den Verschlußregeln, liegt ein Muskel, der Stigmen schließmuskel. Durch seine Verkürzung werden die Verschlußregelenden einander genähert, der zwischen innen an der Trachee gelegene Teil des Ringes wird einwärts gedrückt und sperrt das Innere der Trachee ab. Wolff hat im Thorax der Bienen auch einen Stigmenöffner beschrieben. Ch. Janet fand denselben auch bei der Ameise.

Ehe wir uns dem Atmen selbst zuwenden, wollen wir vorher den Verlauf der Tracheen in großen Zügen betrachten. Die Tracheen, welche sich an den Abdominalstigmen ansetzen, münden nach kurzem Verlaufe in einem im Hinterleib jederseits verlaufenden Längsluftsaß, Taf. III, Fig. 3. Unten, an der Bauchseite, sind die Längsluftsäcke durch Kommunikationstracheen miteinander verbunden. Oben führen kurze Tracheen zu jederseits von der Mittellinie liegenden Luftblasen. Ganz vorne im Hinterleib liegt offen auf den Längsluftsäcken ein mit demselben kommunizierender Querluftsaß. Von diesen Haupttracheenstämmen des Hinterleibes gehen sich baumartig verzweigende, immer feiner werdende Tracheenstämme zu den einzelnen Organen. Die letzten Ende kann man Endtracheen nennen. Von den Längsluftsäcken gehen seitlich Blasen ab, welche teilweise mit zwei, einer oberen und unteren, der Länge nach im Hinterleib horizontal verlaufenden Haut, dem oberen und unteren Zwischfell, verwachsen sind.

Von jedem der beiden Längsluftsäcke geht je eine Röhre durch den Hinterleibsstiel in die Brust, um mit den daselbst befindlichen Tracheen zu kommunizieren. Raum in die Brust eingetreten, bilden sie wieder zwei in den oberen Seiten liegende Längssäcke. Die Wände dieser Säcke liegen teils den Flügelmuskeln, Taf. II, Fig. 2, teils der Brustwand eng an und versorgen die ersteren mit den nötigen Endtracheen. In diese Säcke mündet auch die zweite und dritte kurze Bruststigmentrachee. Die besonders steife erste Bruststigmentrachee teilt sich in zwei Tracheen, die größere geht in den Kopf, der ja keine Stigmen hat, die kleine in einem Bogen zu den Längssäcken. Die Längssäcke kommunizieren untereinander, legen sich an die Wände sämtlicher Flügelmuskeln an und versorgen diese mit Endtracheen. Im hintersten Teile der Brust liegt den Brustlängssäcken ein mit ihnen jederseits kommunizierender Quersaß auf, welcher das ganze Schildchen ausfüllt. Jeder Längsluftsaß

gibt in der Gegend des Eintrittes der dritten Stigmenttrachee auch eine große weite Trachee ab, die sich nach rückwärts begibt, blasenartig erweitert und in die Hinterbeine eindringt. Im vordersten Teile der Brust beim ersten Brustganglion gehen die Längssäcke eine Verbindung ein, welche sich unter dem Strange, der das erste Brustganglion mit dem zweiten verbindet, also an der unteren Brustwand nach rückwärts begibt. Beim hinteren Brustganglion angekommen, umgibt sie dieses, sendet je einen Ast in die Mittelbeine, einen anderen in die Blase der Hinterbeintrachee und zwei enge Aestchen nach oben und hinten. Diese beiden letzteren erweitern sich nach ihrem Austritte aus der Höhle, in welcher das Hinterganglion liegt, plötzlich, und vereinigen sich zu einer großen, bei Königin ♀ und Arbeiterin ♀ hufeisenförmigen, bei Drohne ♂ herzförmigen Blase, die wieder jederseits durch zwei nach oben gerichtete Tracheen mit den Längssäcken kommuniziert.

Der in den Kopf führende erste Stigmenast wird vor dem Hinterleibslöcher zarthäutig und verschmilzt mit dem der anderen Seite zu einem großen Luftsaack. Dieser sendet eine Trachee nach vorne durch das obere Hinterhauptslöcher, welche dasselbe ganz ausfüllt und eine nach hinten zwischen den Längssäcken in die Brust. In die hintere Trachee tritt die Aorta ein, durchzieht sie, den Luftsaack und die vordere Trachee und mündet unter dem Gehirn; sie ist also von derselben ganz eingehüllt. In der Schädelhöhle angekommen, heftet sich das vordere Ende dieses Aortenluftsaackes an das Hinterhirn an und wird zur Hülle für dasselbe. Hinten und an den Seiten heftet sich dieser Luftsaack an die Schädelwände an und überzieht alle obenhin gelegenen Teile des Kopfes. Durch die drei einfachen Augen wird seine obere Wand bei ihrem Vordringen in zwei Teile geteilt, welche, nun getrennt, sich aber berührend über dem Gehirne, sich bis an das vordere Ende des Kopfes fortsetzen. Es sind dies dann die Stirnluftsäcke, Taf. III, Fig. 4. Der Luftsaack, der durch das untere Hinterleibslöcher eintritt, umhüllt in ähnlicher Weise wie der obere die Aorta den Ganglienstrang. Es setzt sich nämlich der Luftsaack unter dem Ganglienstrange in der Brust in den Kopf fort und füllt das untere Hinterhauptslöcher aus. In der Schädelhöhle fließt er sofort mit dem Aortaluftsaack zusammen.

Wie wird nun die Luft im Tracheensystem ein- und ausbewegt, das heißt, wie wird geatmet? Den Hauptanteil an der Atmung hat zweifellos der Hinterleib. Durch an den Seiten der Tergite und Ster-

nite sitzende Fortsätze, an welche Muskeln angreifen, kann der Hinterleib verlängert werden. Durch Muskeln, welche die mittleren Teile der Tergite und Sternite miteinander verbinden, wird der Hinterleib wieder zusammengezogen. Auch jeder Sternit kann seinem Tergiten, der ihn an den Seiten überragt, näher gebracht werden. Bei der Vergrößerung des Hinterleibes werden die Tracheen gefüllt, bei der Verkleinerung teilweise geleert: *Einatmung*, *Ausatmung*. Beim Einatmen sind die Stigmen offen. Beim Zusammenziehen des Hinterleibes sind sie im ersten Augenblicke geschlossen, um die Luft in die Endtracheen zu treiben, dann öffnen sie sich, um sie hinauszutreiben. Durch die Bewegung des Zwerchfelles und durch die Tätigkeit der Organe, in die sie führen, werden überdies die damit verbundenen Tracheen und damit die darin enthaltene Luft bewegt. In der Brust, deren Ringe fest verwachsen oder zum mindesten nicht gegen einander beweglich sind, fällt die Hauptaufgabe der Respiration den mit den Brustmuskeln verwachsenen Tracheen zu. Im Kopfe wieder sind es die um den Schlund liegenden Luftblasen, welche beim Schlucken in Tätigkeit versetzt werden.

Wie kommt nun der Sauerstoff jeder einzelnen Zelle zu? Zu jeder Zelle führt nämlich keine Trachee. Die Endtracheen haben am Ende eine große gelbe dreieckige Zelle mit einem Kerne; es ist dies die sogenannte *Peritrichialzelle* (*Pekarski*), *Phagocyt* (*Karamaiem*) oder *Denocyt* (*Wielowieżn*). Wahrscheinlich gelangt der Sauerstoff durch Vermittlung dieser Zellen in die Organe und vielleicht auch ins Blut, denn zu allen Organen führen keine Tracheen. Die Speiseröhre und der Honigmagen zum Beispiel haben keine Tracheen. Allerdings könnten diese die Luft mit der aufgenommenen Nahrung erhalten. Die Zahl der Einatmungen ist sehr verschieden; bei dem Brüten zum Beispiel atmet die Biene, wie uns Wolf mitteilt, drei bis fünfmal mit einer Frequenz von 240 per Minute. Dann ist $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Sekunden Pause. Während des Fluges, der selten länger als $2\frac{1}{2}$ Minuten dauert, atmet die Biene nicht.

V. Die Assimilation.

Die Assimilation ist für den Bienenzüchter eines der wichtigsten Kapitel. Soll die Biene gedeihen, sollen ihre Stoffwechselprodukte Honig und Wachs in reichlichem Maße erzielt werden, so ist ein genaues

Verständnis der Assimilation nötig. Wie wir schon eingangs gezeigt haben, müssen wir 1. die Nahrungstoffaufnahme, 2. die eigentliche Nahrungsaufnahme und 3. das Auswerfen unterscheiden. So war es bei einem einzelligen Organismus. Bei einem Zellenstaate aber müssen einzelne Zellen für alle anderen die Nahrung aufnehmen und sie ihnen zuführen. Bei den Birnen haben wir also ein eigenes Nahrungsaufnahmeorgan, den Darmkanal und ein eigenes Organ, welches die Nahrung allen Zellen zutreibt, das Herz. Der zugetriebene Nahrungstoff heißt Blut. Wir haben also der Reihe nach zu betrachten: 1. Die Nahrungstoffaufnahme, 2. den Darmkanal, 3. die Nahrungsaufnahme in das Blut, 4. das Blut und 5. das Herz. Die eigentliche Assimilation selbst findet in den einzelnen Zellen statt und wird für jede Zelle je nach ihrer Funktion verschieden sein. Darüber wissen wir noch nichts.

1. Die Nahrungstoffaufnahme.

Zur Nahrungstoffaufnahme braucht die Biene eigene Werkzeuge, die in der Mundhöhle stehenden Freßwerkzeuge. Der Bau derselben muß den Nahrungsmitteln angepaßt sein. Es ist schon lange beobachtet, daß die Nahrungsmittel der Biener Nektar, der aus diesen durch

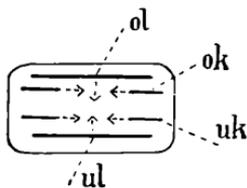


Fig. 21. Diagramm der Freßwerkzeuge eines Insektes in der Mundhöhle von vorne.

ol Oberlippe, ok Oberkiefer, ul Unterlippe.

Die Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung der einzelnen Freßwerkzeuge an.

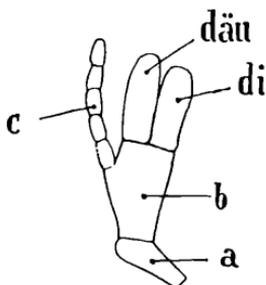


Fig. 22. Untertiefer eines Insektes. Schema, Original.

a Angel, b Stamm mit Fühler c, di innere Lade, дәäu äußere Lade.

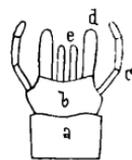


Fig. 23. Unterlippe einer Heuschrecke (schematisch).

a Unterlippe, b Kinn, c Lippen, d Nebenzungen, e Zungen.

die Biene bereitete Honig und Blütenstaub sind; erstere sind flüchtig, letzterer fest. In der Tat hat die Biene einen Rüssel zum Saugen und Beißzangen zum Beißen. Um den komplizierten und wundervollen Bau der Freßwerkzeuge der Biene zu verstehen, betrachten wir zunächst die Freßwerkzeuge im allgemeinen, Fig. 21. Die Mund-

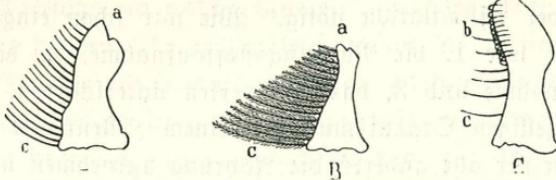
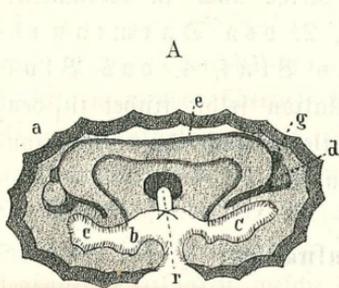


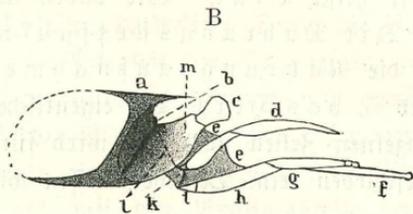
Fig. 24. Oberkiefer der drei Bienenweesen. Original.

A der Königin, B der Drohne, C der Arbeitsbiene, c lange Haare am Außenrande, b kurze nach aufwärts gebogene Haare am Oberkiefer der Arbeitsbiene.

Fig. 25.



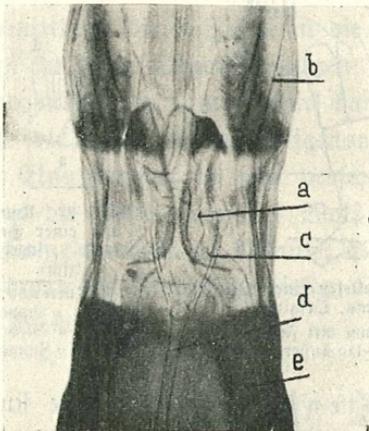
Querschnitt durch die Zunge nach Wolff.
a Zungenmantel, b, c untere Mittelröhre,
r obere. Mittelröhre, e Blutraum,
g Trachee, d Geschmacksnerv.



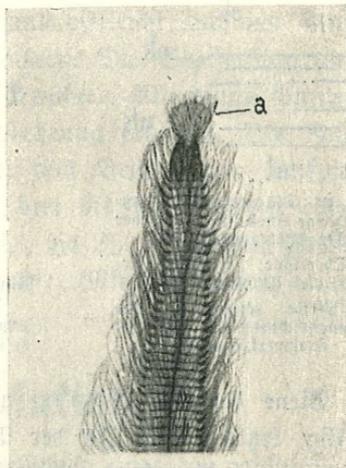
b Kopf der Biene von der rechten Seite. Die Chitin-
hülle der rechten Kopfseite ist abgetragen. Original.
a Kopfskeiler, b verdickter Rand des Kinnausschnittes,
die Stäbe, c Oberkiefer, d Lade, e die Haut, welche
die hinteren Teile des Rüssels verbindet, f Zunge,
g Lippentaster, h Kinn, i Unterkinn, k Bänder,
l Angel, m der eingeschlagene Rand des Kehlaus-
schnittes.

C

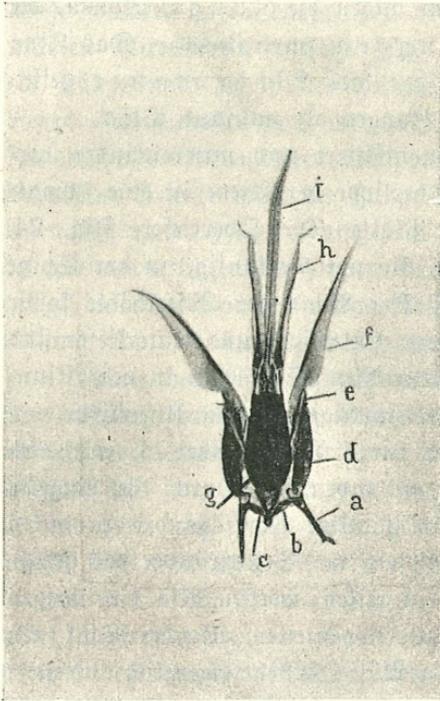
D



Photographie von L. Arnhart u. Dr. N. Hiecke.
Verbindungsstelle der Zunge mit dem Kinn.
a Nebenzunge, b Zunge, c Mündung der
Zungenspeicheldrüse, d gemeinsamer Kanal
der Zungenspeicheldrüse, e Kinn.



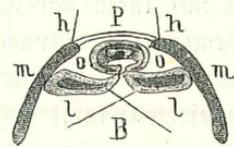
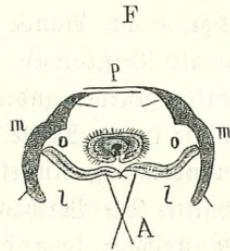
Photographie von L. Arnhart und
Dr. N. Hiecke.
Zungenspitze der Arbeitsbiene. a Löffelchen



Photographie v. Arnhart und Dr. R. Hiede.

Rüssel der Arbeitsbiene.

a Angel der Unterkiefer, b Bänder lorae, c Unterkinn, d Stamm, e Unterkiefertaste, f Kiefertabe, g Kinn, h Lippentaster, i Zunge.



g Querschnitte durch den Rüssel in der vorderen Hälfte. Nach Wolff.

A Beim Aufsaugen, B beim Hinaufschieben des Aufgefangten, m Lade der Unterkiefer, o Lippentaster, o äußere Saugröhre, p übereinandergreifende Ränder der Lade, h Haare.

höhle ist zunächst oben und unten durch eine nach vorwärts bewegbare Horizontalplatte, die Oberlippe, labrum, und Unterlippe, labium, begrenzt. An den Seiten der Mundhöhle stehen jederseits zwei gegeneinander bewegliche Kiefer, die Oberkiefer, mandibulae, und die Unterkiefer, maxillae. Während die Oberkiefer aus einem Stücke bestehen, sieht man am Unterkiefer, Fig. 22, deren mehrere, und zwar: Die Angel, cardo, ist mit dem Mundhöhlenrande gelenkig verbunden, auf dieselbe folgt der Stamm oder Stiel, stipes. Der Stamm trägt wieder oben zwei nebeneinander liegende Laden, malae, von denen die näher der Mittellinie des Körpers gelegene, innere, die andere äußere genannt wird und seitwärts außen einen Fühler, den Kiefertaster. Die Unterlippe, Fig. 23, kann man sich aus zwei mit ihren Rändern verwachsenen Unterkiefern entstanden denken. Die Angeln verwachsen zum Unterkinn, submentum, die Stämme zum

Rinn, mentum, die inneren Laden bilden die Zunge, glossa, die äußeren Laden bilden die Nebenzungen, paraglossae. Das Rinn trägt außen jederseits den Fühler, der hier Lippentaster heißt. Bei höheren Insekten verwachsen die Zungen oft zu einem Stück.

Dieselben Teile finden wir modifiziert und untereinander verbunden bei der Biene wieder. Die Oberlippe der Biene ist eine schmale rechteckige, am Rande bewimperte Platte. Die Oberkiefer, Fig. 24, dienen als Beißzangen. Sie sind am Grunde viertantig, an der Spitze löffelartig gegeneinander ausgehöhlt. Der Rand der Löffelhöhle sowie eine Linie in der Mitte sind bewimpert. Unterlippe und Unterkiefer sind miteinander zum Rüssel, Fig. 25, verwachsen. Sie stehen in dem Rinn-ausschnitte. Die Verwachsung ist eine derartige, daß die Unterlippe von der Mundhöhle losgelöst und durch kurze Chitinbänder, l, mit dem Stamme der Unterkiefer beweglich verbunden ist. Durch die Angeln, welche mit ihren gabeligen Enden in gabelige Fortsätze der zu dicken stabförmigen Verdickungen, den Stäben, der Seitenränder des umgebogenen Rinn-ausschnittes beweglich eingreifen, werden also die übrigen Unterkiefertteile samt den gesamten Unterlippenteilen, also der Rüssel, nach vorn oder rückwärts bewegt. Der Rüssel besteht eigentlich aus zwei ineinander liegenden Saugröhren, welche sich am Grunde vereinigen. Die Mundhöhle liegt zwischen den Oberkiefern. Die feste Nahrung der Bollen wird also mit den Oberkiefern direkt in die Mundhöhle geschafft. Soll gesaugt werden, so muß der Rüssel erst an die Mundhöhle durch die Angeln angelegt werden, ähnlich wie einen Heber an den Mund setzen.

Die Zunge der Biene ist der längste und am weitesten vorragende Teil des Rüssels; sie steht genau in der Mitte. Denkt man sich einen Handschuhfinger der Länge nach auf einen Stab gelegt und nach abwärts umgebogen, so hat man die richtige Vorstellung von der Zunge mit ihrem Zungenstabe. Die Ränder der dadurch entstehenden Rinne sind dicht aneinanderliegend und so dicht behaart, daß sie eine Röhre, die untere Mittelröhre, bilden. Der Zungenstab bildet nun selbst wieder unten eine zarte 0.01 mm breite Rinne, deren Ränder wieder dicht aneinanderliegen und so dicht behaart sind, daß sie eine 0.03 mm dicke Röhre, die obere Mittelröhre bilden. Gegen die Spitze hin wird die ohnehin schon sehr enge obere Mittelröhre durch eine nach und nach entstehende Mittellamelle in zwei Teile geteilt.

Diese Lamelle wird knapp vor der Spitze so hoch, daß sie aus der unteren Mittelrinne vorsteht. Jetzt fängt sich der hervorragende Rand der Länge nach zu spalten an und die dadurch entstehenden Blätter biegen nach aufwärts um und verlängern sich nach vorne zu einem die Zungenspitze überragenden Löffelchen, dessen Höhlung nach oben steht. Am Grunde wird die Zunge von den kurzen nach unter verwachsenen Nebenlungen umgeben. Denkt man sich seine beiden Hände bei aneinanderliegenden Fingern mit den unteren Rändern aneinandergelegt, mit den Daumen etwas klaffend, so hat man eine richtige Vorstellung von der Lage und Verwachsung der Nebenzungen.

Neben den Nebenzungen nach außen stehen die viergliedrigen Lippentaster; das unterste Glied ist das längste; das folgende etwas kleiner, die übrigen zwei meist rechtwinkelig von den ersteren abstehenden Glieder sind kurz. Die Lippentaster reichen bis vor die Zungenspitze; sie sind breit und etwas hohl. Mit ihren unteren Rändern aneinandergelegt, bilden sie eine, die untere Zungenhälfte umgebende, aber etwas kürzere und flache Halbrohre. Zunge, Nebenzungen und Lippentaster stehen am vorderen Ende der Unterlippe. Diese besteht aus zwei aufeinanderfolgenden Stücken. Das hintere auf der Vereinigung der Bänder aufliegende Stück, das sogenannte Unterkinn, submentum, ist herzförmig. Auf ihm folgt das lange, die Muskeln zur Bewegung der Zunge enthaltende Kinn, mentum. Es ist klar, daß durch die Vor- und Rückwärtsdrehung der Bänder das ganze Kinn mit den Lippentastern Zungen vorgestreckt und zurückgezogen werden kann. Die an den Angeln angehefteten Kiefer werden von dieser Bewegung nicht tangiert. Die Außenlade der Unterkiefer ist sehr lang, breit und ausgehöhlt. Sie reicht, wenn das Kinn zurückgezogen ist, bis zu jener Stelle, wo die letzten Glieder der Lippentaster abstehen, bei vorgestrecktem Kinn aber bis zum Ende der ersten Lippentasterglieder. Der Kiefertaster ist verkümmert. Der Stamm ist ebenso hohl, wie die Lade. Werden nun die beiden Unterkiefer und die darauffstehenden Lade mit ihren oberen Rändern aneinandergelegt, so bilden die Lade ein oberes Halbrohr, das mit dem unteren Halbrohre der Lippentaster die äußere Saugröhre bildet, in deren Mitte die Zunge mit ihren beiden Mittelröhren liegt. Die Stämme lassen oben vor ihrem vorderen Ende einen kleinen Spalt, den Saugspalt, offen. Unten klaffen sie ganz. An ihren unteren Rändern stehen lange Wimpern, welche das von

ihnen eingehüllte Rinn und Unterkinn tragen. Die inneren Laden gehen als feine dünne Chitinstäbe, die sogenannten Segelhalter, vom vorderen Stamme zu Punkten in der Nähe des Oberkiefergrundes; an ihnen ist also der Rüssel etwas unter seiner Mitte aufgehängt. Die Mundhaut verlängert sich außen zum Segelhalter und zum Grunde des Rinnes und schlägt sich von hier aus auf die Laden und Angeln und geht in die Kehlhaut über. Dadurch sind sämtliche Grundteile des Rüssels eingehüllt und mit der Kopfhöhle verbunden.

Das Verhältnis der Saugröhren zueinander ist folgendes: Die obere mittlere geht am Hinterende in die untere größere und die wieder an ihrem Hinterende in die größere äußere über. Aus den mittleren Saugröhren geht die aufgesogene Flüssigkeit in den Nebenzungen nach oben zur äußeren Saugröhre. Die Biene kann auch die Zunge mit den Nebenzungen allein zurückziehen, dann ist die Zunge so lang wie die Lippentaster, die in Ruhe bleiben.

Betrachten wir nach dieser langen Orientierungsweise den Rüssel in Tätigkeit. In Ruhe sind alle drei zurückziehbaren Teile, die Angeln, die Bänder und die Zungenwurzel eingezogen. Gleichzeitig werden die Unterkieferladen nach abwärts geschlagen und biegen die Zungenteile mit: Der Rüssel ragt nach vorne nicht vor. Will die Biene saugen, so schiebt sie den Rüssel schief nach auf- und auswärts vor, die Oberlippe leitet ihn gerade nach vorne, bis die Saugspalte an der Mundhöhle liegt. Der Rüssel ist also von dieser an eine gerade Fortsetzung des Kopfes. Sind jetzt auch die Bänder und die Zungenwurzel ausgestreckt, so hat der Rüssel seine größte Länge erreicht. Stößt das Löffelchen an einen festen Körper, so biegt es sich nach abwärts um. An seinem Rande stehen breite, zerschlitze Haare. Mit diesen können die geringsten Flüssigkeitsmengen durch Kapillarität in die innere Saugröhre treten. Ist die Flüssigkeitsmenge groß, so taucht der Rüssel bis zum Beginn der äußeren Saugröhre ein und jetzt kann diese arbeiten. Die Außenwand der Zunge hat aufeinanderfolgende Quirle langer Haare. Die zwischen dieselben eintretende Flüssigkeit schiebt die Haare nach und nach auseinander und sich selbst in der Röhre hinauf. Auf- und Abbewegen der Zunge in der äußeren Röhre sowie damit verbundenes Vor- und Rückwärtsstrecken derselben bringen die Flüssigkeit in den hinteren Teil des Rüssels, von wo sie in die Mundhöhle gesaugt wird. Damit die Teile der äußeren Saugröhre nicht auseinander fallen, werden sie mit den Oberkiefern ge-

halten und dazu dienen die erwähnten Wimperreihen an denselben. Die Mundhöhle ist aber nicht imstande, den ganzen Saugspalt zu decken. Dies besorgt eine vor derselben an der Gelenkstelle der Oberlippe herabhängende dreieckige Haut, das *Gaumensegel*, Fig. 26. Es hat in der Mitte der Innenseite einen beim Herabhängen von oben nach unten laufenden, nach innen vorspringenden hornigen Streifen. Da die Saugspalte länger ist als die Mundspalte, ragt sie bei zum Saugen angelegtem Rüssel hervor. Das Saugen wäre, weil durch diesen Teil der Saugspalte Luft eindringen würde, unmöglich. Die Biene legt deshalb, um einen luftdichten Verschluss herzustellen, den hornigen Streifen in den beim Saugen noch unbedeckten Teil der Saugspalte. Beim Saugen wird der Hinterleib abwechselnd rasch und leicht zusammengezogen und

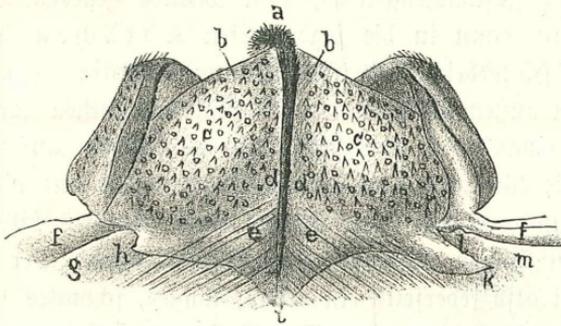


Fig. 26. Gaumensegel von innen. Nach Wolff.
 a—i horniger Streifen, b Wärtchen mit den Geschmacksorganen,
 c Haut des Mundes, d, e Muskelfasern, f, g, h, i, k, l, m Durch-
 schnittene Haut der Speiseröhre.

immer wieder ausgedehnt. Diese Bewegungen dürften die Flüssigkeit in den Honigmagen bringen. Die Ausdehnung des Schlundes kann sie bloß in denselben bringen.

Man sieht, was der Bienenrüssel für ein großes Kunstwerk ist; er ist zum Saugen für die kleinsten und größten Mengen, zum Ausstrecken und zum Zusammenklappen, wie ein Taschenmesser eingerichtet. Während er durch die Angeln angelegt wird, wird er durch die Bänder zum Saugen verlängert. Nimmt aber die Biene Flüssigkeit auf, so kann sie keine festen Körper aufnehmen und umgekehrt.

Während der Nektar mit dem Rüssel aufgesaugt wird, wird der Pollen mit den Oberkiefern erfasst. Schon beim Aufsuchen des Nektars stößt die Biene an die Staubgefäße und wird von dem dadurch herab-

fallenden Pollen überschüttet. Oft aber, wenn sie ihn sammeln will, stößt sie mit Absicht an die Staubgefäße und oft auch greift sie mit ihren Oberkiefern direkt an die Staubbeutel, um sich denselben zu nehmen.

Da die Biene fast den ganzen Körper behaart hat und da diese Haare oft auch gefiedert sind, bleibt der Pollen an ihr hängen; sie sieht dann ganz bestäubt aus. Um den Pollen vom Körper zu bekommen hat sie eigene Bürstchen, siehe Fig. 12. Das erste Tarfenglied ist nämlich von außen her zusammengebrückt, viereckig und unten dicht mit kurzen, steifen, gleichlangen Haaren, eben wie ein Bürstchen, besetzt. Die Vorderbeine haben die schmalste, die Mittelbeine breitere und die Hinterbeine haben die breiteste Bürste, bei letzterer stehen die Borsten auch in ganz netten Querreihen. Mit diesen Bürstchen wird der Pollen fein säuberlich zusammengekehrt, zum Munde gegeben, mit Speichel befeuchtet und dann in die sogenannten Körbchen gegeben. Die Schenkel der Hinterbeine sind nämlich lang, dreieckig — die Basis steht unten — von außen her zusammengebrückt und außen ganz glatt. Am Rande steht ringsherum eine Reihe auf der Fläche aufrecht stehender Wimpern. Die Wimpern vom unteren Borderrande sind viel länger als die übrigen und reichen, einen Bogen nach abwärts bildend, zu den gleichliegenden kurzen Wimpern des Hinterrandes. Der Hinterbeinschenkel bildet also jederseits ein nettes, langes, schmales Körbchen. In diese wird der Pollen gegeben. Der Pollen muß sehr genau gleich in beide verteilt werden. Würde er nämlich auf einer Seite schwerer sein, so würde die Flugrichtung sehr beeinträchtigt. Das ganze Einsammeln des Pollens geschieht während des fortschreitenden oder schwebenden Fluges, und zwar mit solcher Schnelligkeit in den Weibewegungen, daß man dasselbe kaum beobachten kann.

Daß der im Honigmagen aufgesaugte Nektar in die Zellen im Stöckle entleert wird, haben wir schon gehört: Der Rüssel wird in die Zellen gehalten und der Hinterleib bei geschlossenem Magenmund stark zusammengezogen.

Um den Pollen vom Körbchen in die Zellen zuhause zu entleeren, faltet die Biene, sich mit den Vorderbeinen haltend, die Hinterbeine mit den Pollenkümchen über der Zelle, in welche letztere entleert werden soll und streicht ihn mit den Mittelbeinen hinein. Der Pollen enthält ätherische Öle, welche ausgezeichnete Desinfektionsmittel sind, durch ihre Flüchtigkeit gelangen sie an alle Stellen des Stöckles.

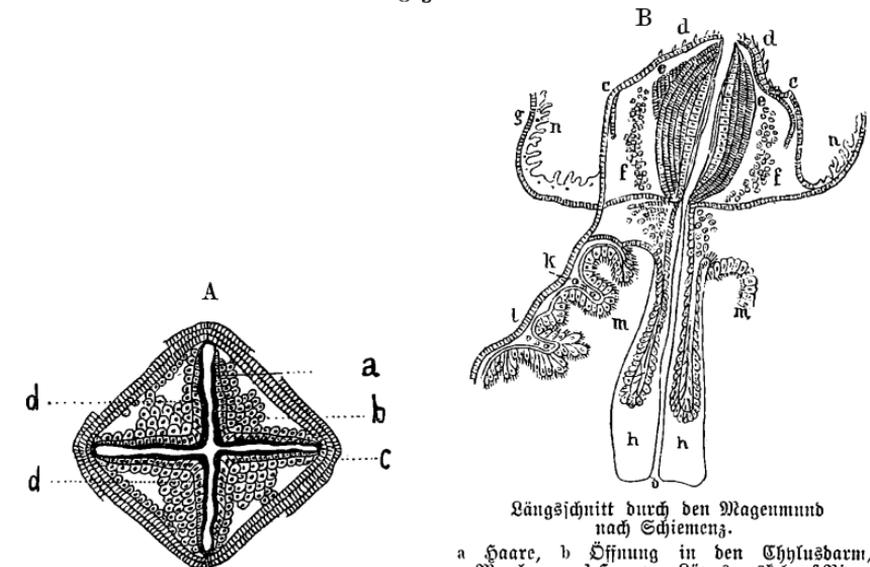
Der Nektar erhält die Biene aber nicht umsonst von den Pflanzen. Der Pollen, den die Pflanze auf die Biene schüttet, ist mit dem Samen der Tiere zu vergleichen. Dadurch, daß die Biene mit demselben von Blume zu Blume fliegt, bringt sie ihn von einer Pflanze auf die Narbe einer anderen Pflanze derselben Art und befruchtet sie dadurch. Eine Pflanze, welche von dem Pollen einer anderen den Pollen erhält, gibt mehr fruchtbaren Samen, als wenn sie von ihrem eigenen Pollen befruchtet wird. Darin liegt die Bedeutung der Biene für die Obstbäume.

2. Der Darmkanal.

Eine lange, mehreremale erweiterte und gewundene Röhre, der **D a r m k a n a l**, beginnt mit der **M u n d h ö h l e**, durchzieht Kopf, Brust und Hinterleib und endet in der Hinterleibsspitze mit einer Oeffnung, dem **A f t e r**, Taf. IV, Fig. 3.

Solange der Darmkanal im Kopfe verläuft, heißt er **S c h l u n d p h a r i n x**, so lange er in der Brust verläuft, heißt er **S p e i s e r ö h r e**, so lange er im Hinterleib verläuft, heißt er **D a r m**.

Fig. 27.



Längsschnitt durch den Magenmund nach Schiemenz.

Querschnitt durch den Magenmund.
c Ringmuskeln, b Längsmuskeln, a innerste Chitinhülle, d Intima.

a Haare, b Öffnung in den Chylusdarm, c Membrane, d Haare, e Längsmuskeln, f Ringmuskeln, g Muskeln der Honigblase, h Hautfalte, k Ringmuskel, l Längsmuskeln, m Epithel des Chylusdarms, n Epithel der Honigblase.

Der Schlund hat an seiner Oberseite Muskeln, welche zur Kopfwand gehen: **S c h l u n d e r w e i t e r e r**, Taf. II, Fig. 5. Durch diese

Erweiterung wird eben die Flüssigkeit eingesaugt. Um denselben liegen die Schlundberengerer. Wenn sie sich nach und nach von vorne nach hinten zusammenziehen, wird die darin befindliche Nahrung nach rückwärts befördert. Gleich am Eingang in die Mundhöhle liegt unten ein viereckiges Blättchen, das Schlundblättchen, Fig. 29; einen ausgedehnten breiten Fortsatz sendet es zum Munde hinaus nach abwärts. Von jeder inneren Ecke geht ein langer dünner Fortsatz nach rückwärts. Zwischen den letzteren bildet die untere Schlundhaut eine tiefe Rinne.

Die Speiseröhre ist eine einfache gerade Röhre. In den Hinterleib eingetreten, erweitert sie sich sofort zu einer großen Blase, dem Honigmagen. Innen ist er mit Zoten besetzt. Dort, wo diese Blase sich weiter in den Darm fortsetzt, ragt, dieses Loch verschließend, ein Knopf in dieselbe: der Magenmund, Fig. 27. Dieses Knöpfchen ist in der Richtung des Darmes durch zwei aufeinander senkrechte Schnittebenen in vier Teile geteilt. Liegen die Innenflächen dieser Teile wie die Fingerspitzen aneinander, so ist der Ausgang aus der Blase versperrt. Ist der Honigmagen etwa mit Nektar gefüllt, so drückt schon die Flüssigkeit die vier Magenmundteile aneinander und verschließt den von ihnen begrenzten Ausgang. Die zapfenartigen Teile können aber auch wie die Fingerspitzen entfernt werden, dann ist der Weg aus der Blase in den Darm offen. Durch entsprechende Bewegung der Zapfen wird der Blütenstaub aus dem Honigmagen in den Darm gebracht. Die Ränder der Zapfen sind mit abwärtsstehenden Wimpern versehen. Der Honigmagen ist ein Aufbewahrungsort, wie der Pansen der Wiederkäuer. Alle aufgenommene Nahrung bleibt in demselben liegen, bis sie in kleinen Portionen, wie Schönfeld nachgewiesen hat, nach und nach durch den Magenmund in den Darm befördert wird. Zieht sich der Hinterleib bei gefülltem Honigmagen stärker als bei der Atmung zusammen und wird hiebei der Magenmund festgeschlossen, so wird der Magenmund zur Speiseröhre gebracht, und der Inhalt desselben nach außen entleert, Fig. 28. So macht es die Biene mit dem in den Blumen aufgesaugten Nektar. Zuhause angekommen entleert sie ihn in die Zellen. Drückt man einer lebenden Biene, deren Honigmagen voll ist, den vorderen Hinterleib etwas zusammen, nachdem man vorher ihren Rüssel auf einen Fingernagel gelegt, so tritt der Honig aus, das ist die für den Imker oft wichtige Nagelprobe.

Das auf den Honigmagen folgende Stück des Darmes ist sehr dünn und sehr kurz; es heißt Zwischen Darm. Nun kommt der dickste und längste Teil des Darmes, der Chylus Darm. Die vielen Tracheen, die in denselben eintreten, zeigen, daß hier eine rege Tätigkeit stattfindet. Er hat eine große Zahl von Querringen und bildet eine Schlinge von unten rechts nach oben links. Innen hat er lauter Fortsätze, Darmzotten. Er enthält außen eine kräftige Längs- und Ringmuskelschichte, welche die Fortbewegung seines Inhaltes besorgt. Auf den Zotten liegt innen noch eine feste Haut auf, welche es verhindert, daß der stachelige Pollen zwischen den Zotten stecken bleibt. An der Stelle, wo sich der Zwischendarm plötzlich zum Chylusdarm erweitert, hängt eine kurze, röhrenförmige doppelschichtige Hautfalte in denselben hinein. Bei gewöhnlichen Darmbewegungen verhindert sie einem Ventile gleich das Zurücktreten der Speisen in den Honigmagen. Wird aber der Hinterleib stark

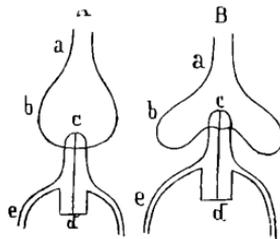


Fig. 28. Stellung des Honigmagens und Magenmundes.

A in der Ruhe, B beim Entleeren vom Honig.

zusammengepreßt, so stülpt sich diese Falte um und gestattet dem Chylusmageninhalt, nach vorne aus-, das heißt in den Honigmagen zurückzutreten. Schönfeld, der dies versucht hat, beschreibt es folgendermaßen: „Versucht man nämlich durch sanftes, rückweises Ziehen an dem Honigmagen und durch gleichzeitiges, rückweises Drücken auf dem Chylusdarm den Mageninhalt nach vorn zu drängen, so gelingt es, ohne dabei die zarteste Trachee zu verletzen, sehr gut, die Verlängerung zu verkürzen und in der Weise an die Spitze des Magens zu schieben, daß sie sich hier wie ein in Falten gelegter Blasebalg franzartig zusammenlegt und bei erneuertem Stoß des Mageninhaltes in die ringförmige Oeffnung zwischen Hals und Chylusdarm ausstülpt. Die Ausstülpung erfolgt jedesmal blitzschnell. Die Verlängerung legt sich dabei notwendig immer in Form eines sehr zusammengedrückten S auf die äußerste Spitze des Magens, so daß das untere Ende des Buchstabens S die Oeff-

nung des Magens, das obere Ende den Eingang in den Magenmund bildet und darstellt. Diese Ausstülpung erfolgt so regelmäßig, daß ich mich anheischig mache, auf diese Weise bei jeder Biene den Mageninhalt in den Honigmagen zu pressen. Natürlich wird dies eine Biene mit ihren natürlichen Hilfsmitteln viel leichter und besser zumege bringen können, als ich; sie braucht nur die Verlängerung vermittelst der Intima soweit aufzuhaspeln, daß sie sich oben an die Spitze des Magens legt; der stoßweise Druck des Mageninhaltes muß sie dann unweigerlich in die ringförmige Oeffnung austülpeln.“ (Schönfeld, „Bienen-Zeitung“, 1883, 33. Bd., p. 147.) Durch den starken Druck ist aber auch der Honigmagen, wenn er voll war, entleert worden. Der Magenmund ist nach vorne gepreßt worden und liegt der Speiseröhre an. Der Chylusdarminhalt tritt also, ohne den Honigmagen zu füllen, direkt in die Speiseröhre über und kann bei angefehtem Rüssel durch denselben entleert werden. Auf solche Weise kann die Biene den durch die Verdauung entstandenen Saft zur Fütterung der Brut in die bezüglichen Zellen entleeren. Damit bei der Entleerung des Honigs nicht auch der für die Biene vielleicht brauchbare Saft mit entleert wird, wird der am Grunde des Magenmundes liegende kräftige Ringmuskel kontrahiert werden und das Lumen vollständig schließen. Fassen wir unsere Ergebnisse zusammen: Die Biene kann entleeren: 1. den Honigmageninhalt allein, dabei kann der Chylusmagen gefüllt sein, 2. den Chylusdarm allein, dabei muß der Honigdarm leer sein, 3. den Chylusdarm und den Honigmagen zusammen. Auf den Chylusdarm folgt wieder ein dünner Darm, der *D ü n n d a r m*, siehe Fig. 9; er ist halb so lang wie der Chylusdarm und scheint aus sechs Längsleisten zu bestehen. Diese rühren daher, weil die innere Haut sechs mit den Innenrändern aneinander liegende Falten bildet. Nur die Spitzen der Falten liegen an der äußeren zylindrischen Haut an. Er bildet eine Schlinge, die *D ü n n d a r m s c h l i n g e*, von links unten nach rechts oben. Er ist, wie *S c h i e m e n z* sagt, anatomisch nur ein bewegbares Verbindungsstück zwischen Chylusdarm und Mastdarm; er gibt den festen Bienenauswurfstoffen, die feinen den Längsleisten entsprechenden Längstreifen. Damit beim Zusammendrücken des Hinterleibes behufs Entleerung des Chylusdarmes und Honigmageninhaltes ersterer nicht in den Dünndarm entweiche, hat dieser an seinem vorderen Ende einen kräftigen Schließmuskel. Dem Dünndarm fehlen die *L ä n g s m u s k e l n*.

Auf den Dünndarm folgt der Mastdarm; er liegt in der Hinterleibshöhle ganz oben und reicht fast bis zur vorderen Spitze. Er ist sehr erweiterungsfähig. Angefüllt ist er birnförmig und doppelt so dick als der Chylusdarm; er ist so ein Aufbewahrungsort für die Auswurfstoffe. Die Biene beschmutzt den Stoc mit ihren Auswurfstoffen nicht, sie entleert die fort und fort aus dem Chylusdarm weiter geschafften Auswurfstoffe beim nächsten Ausfluge während des Fliegens. In während des ganzen Winters sammelt sie ihn im Mastdarm an und entleert ihn erst während des ersten Ausfluges im Frühjahr: Reinigungsausflug.

Der Darmkanal besteht im allgemeinen von innen nach außen: 1. aus einer feinen Chitinhaut, der Intima, 2. aus einer Schichte Epithelzellen, 3. aus einer sehr dünnen Haut, der Propria, 4. aus einer Ringmuskelschichte, 5. einer Längsmuskelschichte. In den verschiedenen Darmabteilungen sind diese Schichten entsprechend ihren verschiedenen Funktionen verschieden gebaut.

3. Nahrungsaufnahme in das Blut.

Wir haben bei Durchführung des Darmkanals nirgends eine Oeffnung in die Leibeshöhle gefunden. Die aufgenommenen Nahrungsmittel können den Darmkanal nur durchwandern. So wie aber der Sauerstoff in unseren Lungen durch eine tierische, feuchte Haut in das hinter derselben liegende Blut tritt, so treten auch Flüssigkeiten durch solche Häute. Die Physiker nennen dieses Durchgehen: Diffusion der Flüssigkeiten. Alle Flüssigkeiten treten aber nicht durch. Die Eiweißsubstanzen, von denen wir eingangs gehört haben, daß sie die größten Moleküle besitzen, diffundieren nicht, auch wenn sie flüchtig sind. Also: in das Blut können nur die Stoffe eindringen, welche flüchtig sind, flüchtig gemacht werden können und welche dabei nicht zu große Moleküle haben.

Untersucht man die Nahrungstoffe der Biene, den Pollen, den Nektar und den Honig auf ihre chemischen Bestandteile, so findet man:

1. P o l l e n (Haselnußstrauch): 5% Wasser, 30% Eiweiß, 5% Stärke, 15% Rohrzucker, 40% harzartige Bitterstoffe, Fette, Farbstoffe und die für die Biene unverdauliche Zellhaut. Andere Pollenarten haben mehr oder weniger andere Zusammensetzung.

2. Nektar: 60 bis 90% Wasser, der Rest ist zum größten Teile Traubenzucker oder auch Rohrzucker und zum geringsten Teile äterische Öle, welche eben das Aroma geben.

3. Honig: 10 bis 25% Wasser, Frucht- und Traubenzucker 70 bis 80%, Rohrzucker bis zu 10%, Stickstoffsubstanzen 0·8%, Mineralstoffe 0·1 bis 0·8%, davon Phosphorsäure 0·015 bis 0·025%, Ameisensäure bis 0·2%, Gummi 0·1 bis 0·35%.

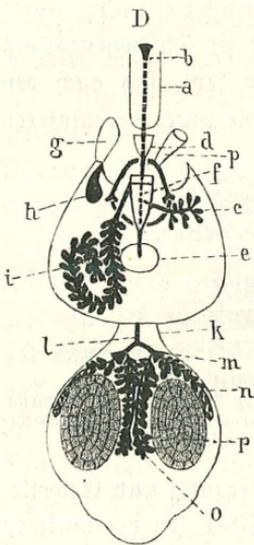
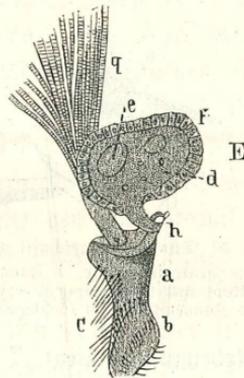
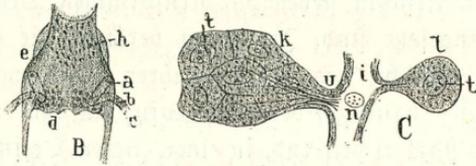
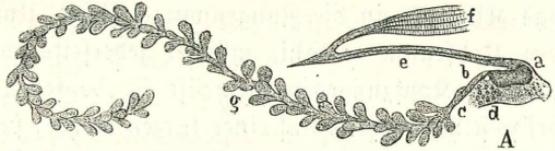
Von diesen Nahrungstoffen werden Nektar und Honig durch den Rüssel aufgenommen. Der darin enthaltene Trauben- und Fruchtzucker ist im Wasser löslich und hat nicht zu große Moleküle; ihr Molekül besteht aus: $C_6 H_{12} O_6$. Der Rohrzucker dagegen ist zwar auch im Wasser löslich; er hat aber fast doppelt so große Moleküle; er besteht aus: $C_{12} H_{22} O_{11}$. Diese sind zu groß und müssen gespalten werden.

Der Rohrzucker wird von der Biene daher in Traubenzucker und Fruchtzucker gespalten. Dieser Vorgang, den wir durch Kochen des Rohrzuckers mit sehr verdünnter Schwefelsäure künstlich durchführen können, nennt man *invertieren*. Der Pollen wieder enthält als Zelle Eiweißsubstanzen. Untersucht man die den Darmkanal der Biene verlassenden Auswurfstoffe (Kotmassen oder Exkremente), so findet man vom Pollen nur mehr Zellhäute, der Inhalt ist ins Blut übergegangen. Es müssen also auch die Eiweißmoleküle in kleinere Moleküle *gespalten* worden sein. Der Prozeß der Nahrungsaufnahme in das Blut besteht also aus zwei Teilen: 1. aus der Zubereitung einer tauglichen Nahrung und 2. aus der Aufsaugung in das Blut. Nur wenn diese beiden Funktionen gut ablaufen, erhält das Blut die nötigen Nahrungstoffe. Zur Zubereitung der Nahrung, also zum Invertieren und zum Spalten des Eiweißes braucht die Biene chemische Substanzen, welche dies besorgen, Derartige chemische Substanzen nennt man *Enzyme*; sie werden im *Speichel* durch die *Speicheldrüsen* Fig. 29 abgeschieden. Diese Drüsen müssen entweder in den Darmkanal münden oder den Nahrungstoffen vor Einführung derselben in den Darmkanal beigemischt werden. Bei den Bienen kommen beide Fälle vor.

Der Speichel, welcher den Rohrzucker invertiert, wird in den Rüssel abgeschieden; er vermischt sich mit den durch diesen eintretenden Flüssigkeiten, ehe diese in den Mund eintreten. Ja, durch eine eigentümliche Vorrichtung im Rüssel, die sogenannte *Speichelspritze*, wird er sogar aus dem Rüssel herausgetrieben, wenn es sich darum handelt,

festen Zucker aufzunehmen. Der muß vorher aber durch den Speichel gelöst werden. Der Bienenzüchter muß darauf achten: Die Fütterung von festem Zucker erfordert vielmehr Zungenspeichel als die von flüssigem.

Fig. 29.



D Diagram d. Speicheldrüsen. Original.

a Kinn, b Mündung der Zungenspeicheldrüsen, d Unterkinn, g Oberkiefer, mit Oberkieferspeicheldrüse h, p Unterkiefer, f Schlundplättchen, c Kopfzungenpeicheldrüse i, o Hinterhauptloch, l Fortsetzung des durch das Hinterhauptloch gehenden Kanales der Zungenspeicheldrüsen im Hals k, m Reservoir der beiden Drüsenhälfen n und o, p Flügelmüffel.

A Schlundspeicheldrüse.

a Öffnung im Schlundblättchen b, Höhlung vorne, c gemeinschaftlicher Gang der Drüsen g, o hinterer Fortsatz des Schlundblättchens mit Muskel f, d Tastorgan am Schlundblättchen.

B ganzes Schlundblättchen.

Bezeichnung wie früher. h Vorderteil des Schlundblättchens mit dem ausgeschnittenen kurzen Fortsatz.

C Stück der Drüse stark vergrößert.

i gemeinschaftlicher Gang, n siebähnliche Öffnung einer Drüse, u Röhrchen, welche die Zellen mit dem gemeinschaftlichen Gange verbinden, k Drüsenepithel mit Kernen t.

F Stück der Brustzungenpeicheldrüse. a, c Kanal, y Drüsenepithel ganz, bei z durchschnitten.

E Oberkiefer mit Oberkieferspeicheldrüse.

a Oberkiefer von innen mit der Höhlung, in der Mitte die Haarleiste b, um dieselbe Haare c, g Muskel, h Mund, o Sekret, d Drüsenepithel f Intima.

Von den Drüsen, aus welchen der Zungenspeichel stammt, also den Zungenspeicheldrüsen, liegt ein Paar im Kopf, die Kopfzungenpeicheldrüse und ein Paar in der Brust, die Brustzungenpeicheldrüse. Die Brustzungenpeicheldrüse liegt

borne seitlich in der Brust. Sie bildet zwei getrennte Teile. Jeder Teil ist stark verzweigt. An den Zweigen sitzen die kurzen, wurmförmigen Drüsen. Jede Drüse besteht aus mehreren Zellen. Die beiden Hauptteile vereinigen sich in einem kleinen Reservoir. Beide Reservoirs vereinigen sich zu einem in der Mitte des Körpers liegendem Rohre, welches durch das Rinn bis in die Zungenwurzel führt. Unmittelbar ehe dieses Rohr den Kopfraum verläßt, mündet jederseits die im vordersten Kopfe liegende Kopfsungenspeicheldrüse in dasselbe. Die Kopfsungenspeicheldrüse steht ebenfalls auf einer kurzen Röhre; sie ist traubenartig verästelt. An den Ästchen stehen die birnförmigen Drüsen, welche aus Zellen zusammengesetzt sind. Im Rinn verläuft die *E n d r ö h r e* knapp unter der Oberfläche, Fig. 30. Vor ihrer Mündung senkt sie sich bogenförmig nach ab, dann wieder nach aufwärts und mündet jetzt, sich nach den Seiten stark erweiternd, in einer queren Oeffnung, die unter der hinteren

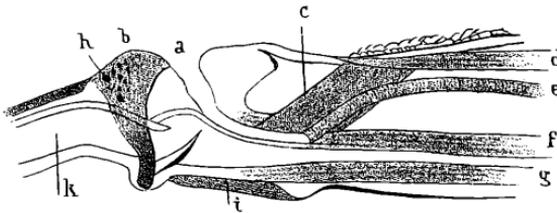


Fig. 30. Dünner Längsschnitt aus der Mitte der Zungenwurzel. Drigna'.

a Öffnung der Zungenspeicheldrüse, b Zungenbeinfortsäge, c Heber der Speichelflappe, d Zurückzieher der Unterlippe und Nebenzungen, e Speichelgang, f Zurückzieher der Zunge, g Zurückzieher des Zungenstabes, h Geschmacksruben, i untere Platte, k Zungenstab.

Hälfte der Nebenzungen liegt, Durch die genannte Biegung und Erweiterung der Röhre wird oben ein elastischer Ballen gebildet. In der hinteren Hälfte des Ballens liegt ein schief nach oben gehender Muskel und am unteren vorderen Rande der Röhrenmündung geht ein Muskel nach rückwärts. Ziehen beide Muskeln, so zieht der letztere den Vorderrand der Mündung an den Hinterrand derselben und verschließt sie, der erstere hebt die hintere Hälfte des Ballons in die Höhe; es entsteht ein luftleerer, vorne geschlossener Raum; da die Röhren der Zungenspeicheldrüsen innen mit einer das Lumen enthaltenden Chitinspirale ausgekleidet sind, muß der Speichel aus den Drüsen in den leeren Raum. Lassen die beiden Muskeln nach, so tritt die Ruhestellung ein, der Speichel wird durch die Oeffnung in die Zunge gespritzt und kann am Rüsselende austreten.

Der Pollen geht nicht durch den Rüssel; sein Eiweiß wird erst im Chylusmagen gespalten und aufgelöst.

Viele Zellen dieses Darmkanalteiles entleeren ihren Inhalt in die aufgenommene Nahrung; diese spaltet das Eiweiß und löst es auf. Sie enthält also ein eiweißspaltendes Enzym. Im Chylusdarm ist also schon alles, was von den Nahrungsmitteln für das Blut bestimmt ist, zur Aufnahme bereit. Dieses Spalten und Auflösen nennt man auch *Verdauen*. Im Chylusdarm liegt also Verdautes und Unverdautes beisammen. Diese ganze, breiige Mischung nennt man *Speisebrei* oder *Chymus*. Aus dem Chylusdarm kommt der Speisebrei in den Dünndarm. Dieser hat, wie der Blättermagen der Rinder, sternförmig stehende Falten, die sein Lumen bedeutend vergrößern. Findet schon der Uebertritt der aufgenommenen Nahrungsstoffe im Chylusdarme statt, so wird er in den Falten des Dünndarmes beendet.

Im Mastdarm dürften von den Nahrungsmitteln nur mehr unverdaubare Auswurfstoffe vorhanden sein. Je nach der aufgenommenen Nahrung sind die Auswurfstoffe fest oder flüssig. Nach den aufgenommenen Nahrungsstoffen ist auch seine Farbe verschieden. Die Drohne entleert ihren flüssigen grauen Kot wie die Arbeitsbiene im Fluge, die Königin ihren gelben im Stoeck. Er wird von den Arbeitsbienen aufgesaugt. Im Winter ist der Kot der Arbeitsbiene fest. Schönfeld¹⁾ hat einer im Verdauen begriffenen Biene den Darmkanal entnommen und unter dem Mikroskope den Austritt einer dem Blute dieser Tiere mikroskopisch ähnlichen Flüssigkeit gesehen. Diese für den Eintritt in das Blut bestimmte Flüssigkeit nennt man *Chylus*. Der in Verdauung begriffene Mageninhalt heißt *Chymus*, er enthält also Auswurfstoffe und *Chylus*. Vom *Chylus* rührt auch der Name dieses Darmteiles her. A. Petrunkevitch²⁾ fütterte einheimische Schaben mit eisenhaltigem Futter und schlug dann dieses im Laufe der Verdauung, nach Tötung der Tiere, als Berlinerblau nieder. Er kam zu folgenden, auch entsprechend für die Biene giltigen Resultaten: Die Peritrachealzellen senden lange, protoplasmatische Fortsätze aus, welche die Muskeln und Epithelzellen umflecten. Der *Chylus* kommt durch die Endzellen in die Tracheenlumina und bildet eine intracheale Spiralströmung. Von hier aus verbreitet er sich in die Peritrachealzellen. Petrunkevitch hält diesen Prozeß für eine Selbsternährung der Tracheen. Die Tracheen könnten aber ganz gut den *Chylus* wieder an das Blut abgeben.

¹⁾ Der Magenmund der Biene, *Wienerzeitung* 1883, pag. 119.

²⁾ Zur Physiologie der Verdauung bei *Periplaneta orientalis* und *Blatta germanica*, *Zool. Anz.*, T. XXII.

4. Das Blut.

Das Blut ist von dem gewöhnlichen Chylus durch seine Bestandteile unterschieden. Es enthält nämlich auch die von den Zellen ausgeschiedenen Stoffe, welche dem Chylus fehlen. Mikroskopisch ist es eine farblose Flüssigkeit, in welcher kleine weiße Körperchen schwimmen. Diese Körperchen sind Zellen; sie entsprechen unseren weißen Blutkörperchen, Fig. 31, haben einen Kern und amöboidale Bewegung. Die Blutkörperchen entstehen aus Geweben, welche denen der Fettkörper sehr ähnlich sind, mit denen sie auch stets im Zusammenhange stehen.



Fig. 31. Blutkörperchen der Biene. (Original.)

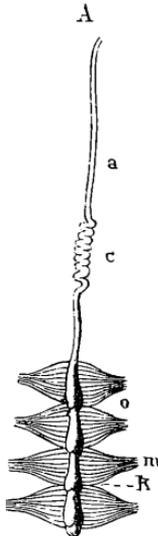
5. Das Herz.

Bei uns zirkuliert das Blut in geschlossenen Bahnen, den Adern. Adern gibt es bei den Bienen keine. Das Blut füllt die Leibeshöhle direkt aus; es ist also hier gutes und schlechtes Blut gemischt. Bewegt wird das Blut, wenn man von der durch die Tätigkeit der anderen Organe selbst gegebenen Bewegungen absteht, noch durch ein eigenes Organ, das Herz. Das Herz der Biene, Fig. 32, ist ein langer, in der Mittellinie des Körpers oben an den Rückenwänden des Hinterleibes und der Brust in den Kopf ziehender Schlauch. Er beginnt mit geschlossenem Lumen unter dem fünften Tergiten und endet mit offenem Lumen unter dem Gehirn. Es liegt zwischen dem oberen Zwerchfelle und der Rückenwand. Es besteht aus drei Häuten. Die äußere Haut sendet wieder Fortsätze nach dem Zwerchfelle und der Rückenwand und diese halten das Herz schwebend zwischen beiden. Unter jedem Tergiten hat es eine herzförmige Einschnürung, also vier. In der Einschnürung liegt jederseits eine nach vorne vorspringende Klappe, die Herzklappe. Die zwischen den Klappen liegenden Räume sind die vier Herzkammern.

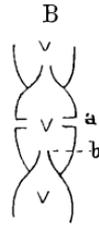
Jede Herzkammer hat an jeder Seite in der Mitte eine Öffnung Ostie. Der durch die Brust verlaufende Teil des Herzens hat weder Klappen noch Ostien; er heißt Aorta. Unter dem zweiten Tergiten fällt die Aorta zur linken Seite des Darmkanals herab und bildet hierbei bis zu ihrem Eintritt in den Thorax 18 allmählich kleiner werdende aneinanderliegende Biczackschleifen. Im Thorax steigt Eintritte in den Kopf wieder zur Speiseröhre herab. Die kräftige Musfel zwischen den Flügelmuskeln in die Höhe und senkt sich erst vor dem

fulatur des Herzens bewirkt zunächst eine Zusammenziehung seines Lumens von rückwärts nach vorne. Dadurch wird der Inhalt desselben unter das Gehirn getrieben. Das dort befindliche Blut tritt — das Herz geht durch die obere Hälfte des Hinterhauptloches — durch die untere Hälfte des Hinterhauptloches in die Brust und aus dieser unter das untere Zwerchfell in den Hinterleib. Durch die Bewegung dieses Zwerchfelles kommt es nach oben. Das obere Zwerchfell legt sich zackig

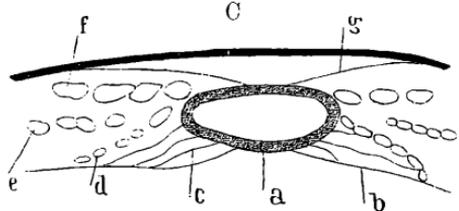
Fig. 32.



Herz der Biene nach Pissarew.
a Aorta, c Zickzackföhligen, o Kam-
mern, k Klappen, m oberes Zwerch-
fell.



Herzkammern,
schematisch,
V Kammern,
a venöse Oefnen,
b Herzklappen.



Querschnitt durch den Hinterleibsbrüden. (Original.)
f Tergit, a Herz, g obere Aufhängung, b oberes Zwerch-
fell, c Fasern vom obern Zwerchfelle zum Herzen,
d, e Lager von Dnochyten.

an die Seitenwand an. Durch die durch die Zacken gebildeten Oeffnungen tritt es auch, durch die Bewegungen dieser des oberen Zwerchfelles getrieben, zum Herzen. Dehnt sich jetzt das Lumen aus, so öffnen sich die seitlichen Oefnen, und das Blut tritt wieder ein. Das Ausreten des Blutes aus der Brust, wie es W o l f f vermutet, unter das untere Zwerchfell im Hinterleibe, habe ich tatsächlich von einer betäubten, gegen das Licht gehaltenen Biene gesehen und einigen Kollegen auch gezeigt.

VI. Exkretion.

Die Stoffe, welche die Drüsen liefern, sind entweder dazu bestimmt, im eigenen Körper Dienste zu leisten, wie die Speicheldrüsen bei der Verdauung, die Fußdrüsen zur Adhäsion der Haftkläppchen

u. s. w. oder sie haben im Körper selbst keine Dienste zu leisten. Die Bestimmung ist es dann, den Körper zu verlassen. Erstere kann man Sekretionen, Abscheidungen, letztere Exkretionen, Ausscheidungen nennen. Ganz allgemein genommen, gehören zu den Exkretionen auch die ausgeschiedenen Gase, Kohlensäure und Wasserdampf. Dann muß man flüssige, gasförmige und feste Ausscheidungen unterscheiden.

Daß die Bienen tatsächlich auch Wasserdampf ausscheiden, kann man leicht beobachten, wenn man eine Anzahl Bienen in einen kalten, innen trocken gemischten Glaszylinder gibt und denselben bedeckt. Bald ist der Glaszylinder mit Wassertropfen beslagen. Gibt man, nachdem man die Bienen nach längerer Zeit ausfliegen läßt, klares Kalkwasser in den Zylinder und schüttelt, so entsteht die Trübung desselben durch die ausgeatmete Kohlensäure.

Was die flüssigen und festen Ausscheidungen betrifft, so werden nicht beide gemeinsam ausgeschieden.

Flüssige Ausscheidungen der Bienen sind: 1. Der Futtersaft, 2. das Stachelgift, 3. die Harnsäure. Eine feste Ausscheidung ist das Wachs.

Betrachten wir dieselben einzeln.

1. Der Futtersaft.

Zur Fütterung ihrer Brut ergießen die Bienen in die Zellen, in denen diese aufgezogen wird, in ihrem Körper bereitete Säfte, die man in ihrer Gesamtheit Futtersaft nennt. Der Futtersaft ist eine stark saure, weißliche, gummiartige, dicke Masse. Er ist bei den Larven der Königinnen, Arbeiterinnen und Drohnen und auch bei jeder einzelnen derselben in verschiedenen Stadien verschieden. Mikroskopisch ist er eine homogene Masse, in der zahllose feine Körperchen eingebettet sind. Der Futtersaft der Drohnen enthält nach dem vierten Tage auch unverdauten Pollen, der der Arbeitsbiene vom vierten Tage an Honig beigemischt. Der Futtersaft ist also mikroskopisch dem Chymus gleich. Der Chymus reagiert aber nie sauer. Die Säure im Futtersaft ist Weinsäure und diese liefert eine Speicheldrüse im Kopfe, welche im Schlunde mündet und daher am besten Schlundspeicheldrüse, Fig. 29, genannt wird. Der reine Futtersaft, also der, den die Königinlarve enthält, enthält 3 bis 4% Weinsäure.

Die Schlundspeicheldrüse mündet jederseits in einem in den hinteren Winkeln der Schlundplättchen liegenden, schief nach vorne und auswärts führenden Chitinkanal. Sie besteht aus einem langen Rohre, das sich von oben aus um den dicken Sehnerben herumwindet. An dem Rohre, dem gemeinsamen *Sammelfanal*, steht jederseits eine Reihe birnförmiger Drüsen. Jede Drüse besteht wieder aus einer Anzahl von Zellen. Aus jeder Zelle führt eine feines, 0.02 mm Durchmesser messendes Röhrchen durch einen gemeinsamen Kiel der Zellsockel in den gemeinsamen Sammelkanal. Bei jungen Bienen ist diese Drüse mächtig entwickelt, bei alten ist sie ganz verfallen. In der Tat sind es bekanntermaßen die jungen Bienen, welche sich mit der Fütterung der Brut beschäftigen: *Brutbienen*.

Die Weinsäure, $C_4H_6O_6$, hat den Zweck, den Chymus anzufäuern. Der Chymus enthält nämlich 40% Eiweißkörper. Diese, seine gummiartige Konsistenz, sowie seine Reaktionslosigkeit machen ihn zu einer ausgezeichneten Entwicklungsstätte für Bakterien, namentlich für den *Faulbrutbazillus*. In sauren Substanzen entwickeln sich Bakterien nicht. Die Weinsäure verhindert also die Ausbreitung des *Faulbrutbazillus*. Durch Verbrennung im Lebensprozesse der Larven verwandelt sie sich in Ameisensäure CH_2O_2 . Es ist nämlich $C_4H_6O_6 + C_2 = CO_2$ (Kohlensäure) + 3 (CH_2O_2) . Die Ameisensäure ist sehr flüchtig; sie dringt in Wachs und Honig ein; sie ist auch ein ausgezeichnetes Desinfektionsmittel, welches zehnmal besser desinfiziert als Karbolsäure.

Der Futteraft wird von den Bienen in kleinen Portionen abgegeben; er wird aus den Nahrungsstoffen der Bienen aus Honig und Blütenstaub bereitet. Einige Zeit hindurch können ihn die Bienen auch aus Honig allein bereiten; auf die Dauer geht dies allerdings nicht.

Die Larve der Königin erhält während ihrer ganzen Entwicklung Futteraft in Ueberfluß. Die Larven der Drohnen und Arbeitsbienen erhalten ihn nur rein während der ersten drei Tage ihrer Entwicklung, vom vierten Tage an erhalten sie ihn mit Honig vermischt. Die Drohnenlarven erhalten dann auch noch unverdauten Pollen beigemischt.

Der Königin und den Drohnen muß von den Arbeitsbienen täglich eine bestimmte Menge Futteraft gereicht werden. Erhalten sie diesen nicht, so gehen sie zu Grunde; denn der Honig, den sie selbst aufsaugen können, genügt auf die Dauer zum Lebensunterhalte nicht.

Namentlich der Königin wird während der Eierlage viel Futtersaft verabreicht. Die Bienen haben es durch entsprechende Verabreichung des Futtersaftes in der Hand, die Königin zur Eierlage zu veranlassen oder dieselbe zu verhindern oder einzuschränken.

Der Futtersaft der Königin enthält durchschnittlich 45% Eiweißstoffe, 13% Fett, 20% Zucker und 18% Wasser; die der Drohnen 44% Eiweißstoffe, 8% Fett, 21% Zucker und 24% Wasser und der Arbeitsbienen 41% Eiweißstoffe, 6% Fett, 32% Zucker und 18% Wasser. Daraus folgt: Die Königin erhält das meiste Fett, die Drohnen das meiste Eiweiß und die Arbeitsbienen den meisten Zucker.

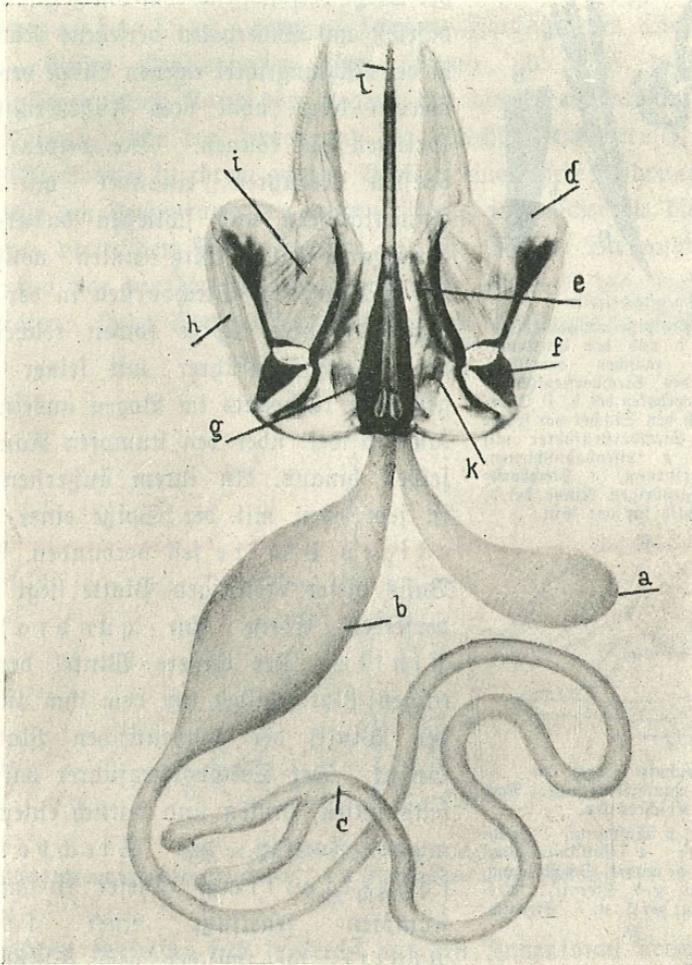
Daß die Bienen auch ausgehungerten, schwachen Arbeitsbienen Futtersaft reichen, habe ich selbst gesehen.

Die Bienen reichen einander den Futtersaft mit dem Rüssel. Am Grunde der Zunge liegt oben zwischen den Nebenzungen eine Grube, in dieser soll er sich sammeln. In der Tat steckt die saugende Biene ihren Rüssel auf den oberen Zungengrund.

2. Das Stachelgift.

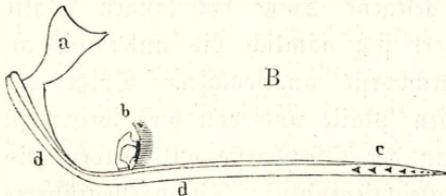
Viele möchten gerne Imker sein und den süßen Honig gerne selbst dem Stocde entnehmen, wenn die Bienen nur nicht von ihren giftigen Spießlein so schnell Gebrauch machen würden! In der Tat, mit dem Giftstachel ist die Biene in der Lage, sich selbst und ihren Stocd auf das Wirksamste zu verteidigen. Betrachten wir zuerst den Stachel, Fig. 33 und 34, vergleiche auch Tafel II, Fig. 3 und 4, mit welchem das Gift aus dem Körper geschafft wird, indem wir den Stachel, mit dem uns eine Biene gestochen und der in der Wunde stecken blieb, untersuchen. Genau in der Mitte des ganzen Apparats sehen wir einen roten, flaschenförmigen Körper mit langem Halse, es ist der *Stechborstener*. Vor der Spitze des Halses hat er einige Widerhaken. Unten ist er ganz eben und hat seiner ganzen Länge nach einen schmalen *Schliß*. Jeder Rand des Schlißes hat der ganzen Länge nach einen Vorsprung, der wie eine Eisenbahnschiene aussieht. Diese Vorsprünge füllen aber den Schliß bei weitem noch nicht aus. Denkt man sich nun ein weiches Rohr mit dicker Wand der Länge nach so fest an den Schienenvorsprung gedrückt, daß dieser in der Rohrwand sein Negativ eindrückt und dann erhärtet, so bekommt man die richtige Vorstellung von einer *Stechborste*. Die Stechborste ist also eine elastische, an

A



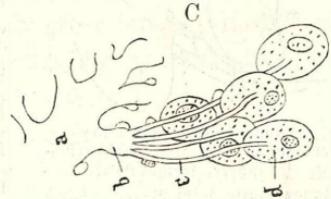
Photographie von L. Arnhart und Dr. K. Fiedle.
Stachel der Arbeitsbiene von oben.

a kleine Giftdrüse, b Giftblase, c große Giftdrüse, d quadratische Platte, e lange Platte, f dreieckige Platte, h, i Stachelmuskeln, g Stachborstenführer, e Spitze desselben, k Stachborstenführerröhre.



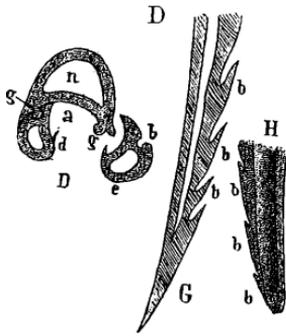
Stachborste mit dreieckiger Platte. Original.

a dreieckige Platte, b Aufsatz, d Stachellanzette, c Widerhaken an der Spitze derselben.



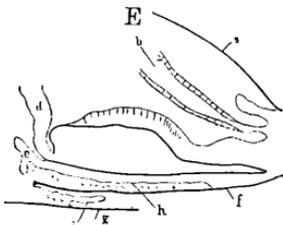
Stachelschmierdrüse.

a Großer Chitinkanal, b Verzweigung desselben, c Drüsenkanäle, d Drüsenzellen. Nach Kojshewitov.



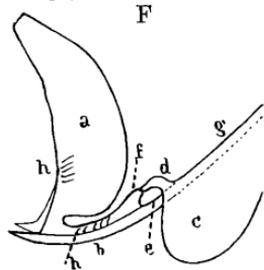
Bienenstachelteile.

G Stechborsten Spitze mit den Widerhaken bei b und den Giftkanal-mündungen zwischen denselben, H Spitze des Stechborstenführers mit den Widerhaken bei b. D Querschnitt durch den Stachel vor seiner Spitze. n Stechborstenführer mit Blutraum, g eisenbahn-schiene-artiger Vor sprung, c Stechborste mit der zugehörigen Rinne bei b, a Schlit z für das Gift.



Längsschnitt durch die Mitte der Hinterleibsspitze. Nach Kojshewnitov.

a 6. Tergit, b Mastdarm, c Stechborstenführer, d Giftblasegang, e Scheide, h untere Scheidewand, f 6. Sternit, g 5. Sternit, i Verbin-dungshaut der 5. u. 6. Sternite.



Lange Platte und ihre Verbindung mit dem Stechborstenführer. Original.

a lange Platte, b ihr Bogen, c Stechborstenführer, d Stechborstenführerfortsatz, f Bogenfortsatz, e Bogenverbindung zum Schlit z, g Schlit z-rand, h, h Tarshaac.

der Spitze verschlossene, daselbst zugespitzte und daselbst mit Widerhaken versehene Röhre, die in der Richtung ihrer eigenen Länge verschoben werden kann, ohne vom Führerrande ab-springen zu können. Die beiden Stechborsten berühren einander mit ihren Innenrändern und schließen dadurch den Stechborstenführerschlit z unten vollständig ab. Während die Stechborsten in der Ruhe-lage mit ihrer Spitze soweit reichen, wie der Stechborstenführer mit seiner Spitze, gehen sie rückwärts im Bogen auseinander-laufend weit über den stumpfen Rand deselben hinaus. An ihrem äußersten Ende ist jede oben mit der Spitze einer dreieckigen Platte fest verbunden. An der Basis dieser dreieckigen Platte liegt fast in derselben Ebene eine quadratische Platte. Der äußere Winkel der dreieckigen Platte bildet mit dem ihm anliegenden Winkel der quadratischen Platte ein Gelenk. Der Stechborstenführer hat jeder-seits unten, hinten und seitlich einen s-för-migen Fortsatz, den Stechborsten-führerfortsatz. Dieser ist mit dem stumpfen Fortsatze einer langen Platte, die zwischen dem Stechborstenführer einerseits und der dreieckigen qua-dratischen Platte andererseits liegt, gelenkig verbunden. Die in der Nähe der dreieckigen Platte gelegene Spitze der langen Platte verlängert sich nämlich bis unter die an die Stechborste angewachsene Spitze der dreieckigen Platte und von hier weiter zu einem an der Stechborste anliegenden, bis zum gleichliegenden Stechborstenführer-schlit zrande reichenden Bogen. Bevor er

diesen Schlig erreicht, sendet er einen kurzen stumpfen Fortsatz, dem *Bogenfortsatz*, zum *f*förmigen Fortsatze des Stechborstenführers. Beide Verbindungen sind Gelenke, die an der Stechborste anliegen. Der Rand des Bogens hat dieselbe eisenbahnschieneartige Führung, wie der Innenrand des Stechborstenführerschlikes, so daß die Stechborste in ihrem ganzen Verlauf eine sichere Führung besitzt. Die Stelle am Außenrand der langen Platte, in welcher sie die innere Spitze der dreieckigen Platte berührt, ist ein Gelenk. Die quadratische liegt außen vor der langen; ihr Innenrand überdeckt den Außenrand der letzteren. Jede Stechborste hat an ihrem Außenrande Widerhaken

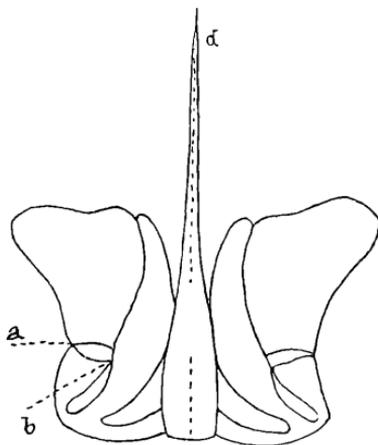


Fig. 34. Stachel, schematisch (Original).

Quadratische Platte, b dreieckige Platte, c d Stechborstenführer. Zwischen a b und d die lange Platte.

und zwischen denselben fast senkrecht auf den Innenkanal stehende und damit verbundene Kanäle, die *Stechborstenkanäle*. Im Innern des Stechborstenführers steht an jeder Stechborste ein eigentümlich gestalteter *Aufsatz*, der hohl ist und dessen Höhlung mit der Stechborstenhöhhlung verbunden ist. An dem hinteren Ende jeder langen Platte steht ein langer, fast bis zum Ende des Stechborstenführers reichender, mit Tasthaaren versehener *Laster*, der *Stacheltafter*.

Die Hinterleibspitze hat für den Stachel eine eigene Höhle, welche durch Einstülpung der äußeren Haut entsteht. In dieser Höhlung ist der Stachel mit freischwebendem Stechborstenführer so aufgehängt, daß die Stechborsten unter dem Stechborstenführer in der Mittellinie des Hinter-

leibes und die Stechborstenführerspitze in der Hinterleibspitze liegt. Die Haut ist sehr weich, sie legt sich oben erst an den vordersten Rand des Stechborstenführers an einer daselbst befindlichen, den Stechborstenführer haltenden *Gabel* an. Von hier aus legt sie sich mit ihren Seiten dann eine nekartig bestachelte Nische, die *Stechborstenführernische*, um den Stechborstenführer, bildend, an den Innenrand der langen Platte an. Sie verbindet auch die Außenränder der langen Platte mit den Innenrändern der quadratischen, die Außenränder dieser mit den Innenrändern der 7. Tergite und die Außenränder dieser in einem langen Bogen unter dem Stachelapparate miteinander. Hinten läßt diese Haut drei Oeffnungen frei, die für die beiden *Giftblasen*, welche in den Vordergrund münden und unter denselben einen Eingang in die Geschlechtsorgane. Der Mastdarm liegt ober dem Stachel; er mündet im hinteren Ende der Stachelhöhle. Die Haut der Stachelhöhle ist *weich*.

Wie geht es nun beim Stechen zu? Die die einzelnen Stachelteile mit einander verbindende Muskulatur schiebt eine Stechborste nach der anderen um das Gelenk der dreieckigen Platte und langen Platte aus dem Stechborstenführer hervor und wieder zurück. Das ist eine vom Hervorstrecken des Stachels unabhängige Bewegung. Die zweite Bewegung ist das Vorstrecken des Stechborstenführers. Hierbei wird durch Drehung der Außenränder der langen Platte um ihre Längsachse nach aufwärts der Stechborstenführer gesenkt, die quadratische Platte gehoben, so daß die Stechborstenführerspitze in den Spitzenauschnitt des 6. Sterniten zu liegen kommt. Durch letzteren und durch die Bewegung des Hinterleibes erhält der Stachel eine beliebige, auch eine Richtung nach aufwärts. Finden beide Bewegungen gleichzeitig statt, so genügt es, wenn nur eine Stechborste hängen bleibt. Durch ihr gegenseitiges Arbeiten kommt der Stachel immer tiefer in die Wunde. Man kann sich davon überzeugen, wenn man einen einer gereizten Biene entnommenen Stachel sofort an der Spitze berührt. Sind die Stechborsten zurückgezogen, so geht das Einführen des Stachels in die Haut mit einer Pinzette schon etwas schwieriger. Bleibt der Stachel auch nur leicht in der Wunde hängen, so kann er wegen der Widerhaken nicht mehr zurück. Die weiche Haut reißt, der Stachel bleibt samt dem seine Bewegung regulierenden Ganglion in der Wunde stecken. Die Stechborsten arbeiten ihn dann tief ein. Durch das Abreißen werden die zum Ganglion führenden Nerven gereizt, das Ganglion arbeitet fort.

Wie verhält es sich nun mit dem Gifte? Es wird in zwei Drüsen erzeugt. Die linksliegende ist kurz und fingerförmig, die rechtsliegende ist fadenförmig, lang und teilt sich an der Spitze in zwei kurze Teile. Die Zellen liegen längs des inneren Kanals und entleeren ihren Inhalt durch vom Zellkern in den Kanal führende Röhrchen. Das Gift dieser Drüse sammelt sich in einer eigenen, an der Längsaxe des Fadens liegenden muskellosen Blase, der Giftblase. (Carlet¹⁾) hat durch seine Versuche an Fliegenargetan, daß zur Giftwirkung das Sekret beider Drüsen vereinigt sein muß. Dr. J. Langer²⁾ hat das Bienengift neuerdings untersucht und gefunden, daß es eine dem Schlangengifte ähnliche Base ist. Das durch die Biene entleerte Gift ist wasserklar, hat eine saure Reaktion, schmeckt bitter, riecht aromatisch, hat 1-3113 spez. Gewicht. Das auf einmal entleerte Bienengift wiegt 0'0002—0'0003 g. Es ist bakterienfrei und noch lange Zeit nach seiner Entleerung wirksam. Der wirksame Bestandteil ist nicht die darin enthaltene Ameisensäure, sondern eben die durch diese Säure gelöst erhaltene Base.

Das Gift sammelt sich in der Höhle des Stechborstenführers; es dringt durch die Pfropfen in die Stechborstenröhren und aus diesen durch die Kanäle an der Spitze in die Wunde ein. Ein ziemlich großer Tropfen tritt unten zwischen den Stechborsten aus und bleibt an der Stechborstenführerspitze hängen; er kommt auf die Wunde. Die Wirkung des Bienengiftes schildert Langer folgendermaßen: „Als örtliche Wirkung des Bienengiftes tritt lokale Nekrose hervor, in deren Umgebung infolge des abnehmenden Wirkungsgrades Wundzelleninfiltration, Ödem und Hyperämie zur Entwicklung kommen.“

Wie an jedes Gift, kann man sich auch an das Bienengift gewöhnen. Die Dauer der Immunisierung ist individuell verschieden. Manche Personen werden schon nach wenigen Stichen immun, während andere erst nach Jahren, mitunter aber auch gar nicht giftfest werden.

In der zwischen dem äußeren Rande der quadratischen Platte und der inneren des siebenten Tergiten=Teiles liegenden Verbindungshaut liegt jederseits eine Drüse, deren Sekret sich in die Stachelhöhle ergießt. Diese Drüse wurde von Roschewnikow³⁾ entdeckt; sie besteht aus

¹⁾ Compt. rendus des Sciences etc. T. 98.

²⁾ Archiv f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 38.

³⁾ Zur Kenntnis der Hautdrüsen der Apidae Vespidae.

langgestielten Zellen, welche zu Büscheln vereinigt sind. Viele solche Büschel münden in einen kurzen, chitinösen Kanal. Die Stiele der Zellen setzen sich in denselben hinein bis zum Kerne fort. Nach ihrer Lage dürfte ihr Sekret, wie Roschewnikow annimmt, zum Schmieren der Stachelgelenke dienen.

3. Die Harnsäureausscheidung.

Wir haben bereits gehört, daß der Träger des Lebens eine Eiweißsubstanx ist und daß diese stickstoffhältig ist. Durch die Tätigkeit des Lebens wird dieses Eiweißmolekül teilweise zerstört. Tatsächlich finden wir in den tierischen Ausscheidungen stickstoffhaltige Substanzen: Harnstoff CON_2H_4 und Harnsäure $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$. Während wir viel Harnstoff und wenig Harnsäure absondern, ist dies bei anderen Tieren umgekehrt. Bei Bienen läßt sich die Ausscheidung von Harnsäure durch die sogenannte Murexidprobe, das ist durch die Umwandlung der Harnsäure mit Salpetersäure und Ammoniak in rohes Murexid nachweisen.

Die Harnsäure wird von den einzelnen Zellen ins Blut abgeschieden. Aus dem Blute wird sie bei uns durch die Nieren in den Harn filtriert. Bei den Bienen geschieht diese Filtrierung durch die Malpighi'schen Gefäße, siehe Fig. 6. Dort, wo der Chylusdarm in den Dünndarm übergeht, stehen nämlich zirka 100 in einem Kreise um denselben, dicht aneinander liegend, lange geschlängelte Fäden. Das sind eben die Nieren der Bienen, die Malpighi'schen Gefäße. Sie enthalten immer einen feinen Kanal, der mit dem des Darmes kommuniziert. In diesen Kanal wird die Harnsäure in Form von kleinen gefärbten Kügelchen — die Harnsäure nimmt gern die Harnfarbstoffe auf — abgeschieden. Die ziemlich dicke Wand der Malpighi'schen Gefäße besteht von außen nach innen aus folgenden drei Schichten: 1. Aus einer bindegewebeartigen, serösen Hülle, dem Peritonealüberzuge, 2. aus einer zarten, homogenen Tunica propria und 3. aus einer einschichtigen Lage großer Exkretionszellen; sechs derselben liegen in einem Querschnitte. Diese Zellen sind es, welche die Harnsäure liefern. Der Peritonealüberzug enthält Tracheen, Muskeln und Nerven des Sympathikus. Die in den Kanal der Malpighi'schen Gefäße abgeschiedene Harnsäure gelangt durch die Darmbewegungen und Bewegungen des Hinter-

leibes — eigene Bewegungen fehlen den Malpighi'schen Gefäßen — in den Darmkanal und werden dann aus diesem mit den Auswurfstoffen aus dem Körper entfernt.

4. Die Wachsabscheidung.

Werden in einem tierischen Körper mehr Nahrungstoffe assimiliert, als verbraucht und ausgeschieden werden, so setzt sich der Ueberschuß als Fett in eigenen Zellen an: Fettzellen. Uebrigens kann jede Zelle verfetten. Das ist aber dann ein krankhafter Prozeß. Die Fette sind nicht stickstoffhaltig.

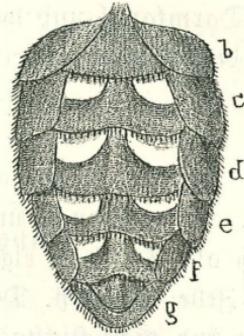
Auch die Biene hat Fett in Fettzellen. Viele Fettzellen findet man an der Rückenwand in der Nähe des Herzens und auf der Bauchwand. Zwischen den Fettzellen liegen zerstreut die schon genannten Peritrachealzellen. Letztere wurden sogar anfangs mit den Fettzellen verwechselt. Die Fettzellen der Biene vereinigen sich meist in der Art, daß die Zellwände derselben verschwinden. Dadurch entstehen die sogenannten Synziten. Die Fettzellen der Bienen nehmen Berlinerblau auf, dadurch unterscheiden sie sich von den Denozysten.

Das Fett, das die Bienen ausscheiden, ist das Wachs. Es ist bei gewöhnlicher Temperatur fest und besteht aus 80·2% Kohlenstoff, 13·14% Wasserstoff und 6·36% Sauerstoff. Es ist keine einheitliche chemische Substanz. Man hat in demselben Kerotinsäure, Palmitinsäure, Myrizinlester, Mellisinsäure u. gefunden. Seine Dichte ist 0·965 bis 0·969, sein Schmelzpunkt 63—64° C.

Das Wachs wird am 2., 3., 4. und 5. Sterniten ausgeschieden. Die Biene hat an diesen jederseits von der Mittellinie in seiner vorderen Hälfte eine abgerundet fünfeckige, weißliche, bis an die Seitenränder der Sterniten reichende Scheibe, den Spiegel. Es sind also zusammen acht Spiegel. An diesen Spiegeln, Fig. 35, ist die sonst so feste Chitinschicht zart und durchscheinend. Die hintere Hälfte jedes Sterniten ist mit gefiederten Haaren dicht besetzt. An den Stellen der Spiegel ist die Sternitenfläche etwas vertieft. Die Spiegel bestehen aus zwei Schichten, die innere besteht aus einer Schicht färbbarer, sechseckiger Zellen mit großen Kernen, das sind die eigentlichen Wachsdrüsen; die äußere Schicht ist die Chitinschicht. Die Wachsdrüsenzellen werden von einem sich fein verzweigenden Tracheennetz umspinnen. Das Wachs tritt flüssig aus den Drüsen aus und wird, die Spiegelvertiefung ausfüllend, zu

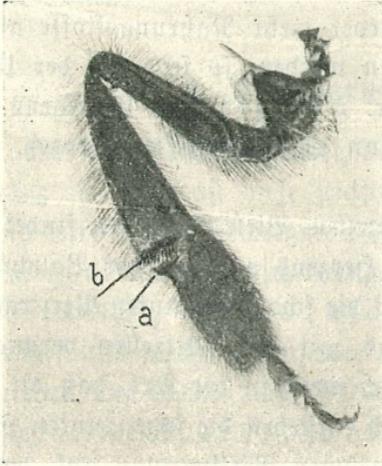
Fig. 35.

B a



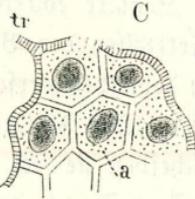
Hinterleib der Arbeitsbiene,
von der Bauchseite gesehen. Nach Cowan.
a Petiolus, b, c, d, e, f, g die Seitenteile
der sechs Rückenschilder. Am zweiten bis
vierten Bauchringe liegen jederseits zwei
Wachsblättchen.

A



Photographie
von L. Arnhart und Dr. R. Hiecke.
Hinterfuß der Arbeitsbiene
von der Innenseite.

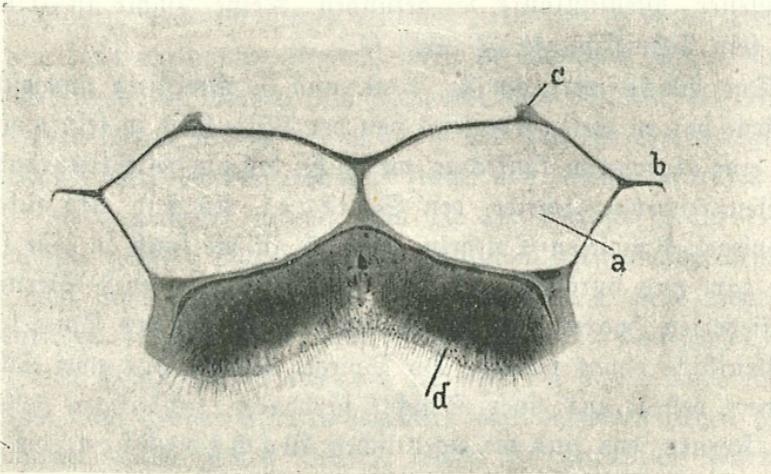
a spitzer Zahn am ersten Tarsengliede,
b Reihe von steifen kurzen Wimpern,
beides zusammen ist die Wachsange.



Wachsdrüsen von oben gesehen.
Original.

a Wachsorzellenzelle mit dem großen Kerne.
b, tr die dieselben umspinnende Trachee.

D



Photographie von L. Arnhart und Dr. R. Hiecke.

Dritter Sternit der Arbeitsbiene.

a Spiegel, b, c Chitinfortsätze, d behaarte hintere Hälfte des Sterniten.

einem Plättchen, das so groß ist, wie der Spiegel: W a c h s b l ä t t c h e n. Die Biene erzeugt also jedesmal acht solcher Wachsplättchen.

Am ersten Tarfengliede der Hinterbeine ist die obere hintere Ecke zu einem starken spitzen Zahne ausgezogen. Mit diesen Instrumenten werden die Wachsplättchen, nachdem der Hinterleib ausgedehnt ist, herausgenommen. Der dem Organ gegenüberliegende innere Unterrand der Schiene hat eine Reihe von zirka 16 steifen, dichtstehenden, kurzen Wimpern. Da das Gelenk zwischen Schiene und ersten Zehe nicht in der Mitte, sondern in den vorderen Ecken derselben liegt und da ihre gegenüberliegenden Ränder, von denen eben eines die Wimperreihe hat, gerade sind, kann damit das Wachsplättchen ganz gut wie mit einer Zange gefaßt werden: W a c h s z a n g e. Mit Hilfe der Beine kommen sie dann in den Mund. Dort werden sie mit den löffelartigen, vorne mit einer abgerundeten Scheide versehenen Oberkiefer geknetet und verarbeitet.

Jeder Oberkiefer hat an seiner Innenseite unten eine kleine Oeffnung, in welche jederseits eine Drüse, die O b e r k i e f e r s p e i c h e l d r ü s e, Fig. 29, mündet; sie ist kurz gestielt und eine hohle Blase, deren Wand von einer Schichte großer Zellen, den Drüsenzellen, gebildet ist. Da die Drüse zwischen den Raumuskeln liegt, wird sie durch die Kiefebewegungen entleert. Reißt man einer Biene die Kiefer weit auseinander, so tritt das Sekret aus. Das Sekret dieser Drüse verdunstet sehr rasch, riecht intensiv und reagiert stark sauer. Für die Verdauung des Pollens dürfte sie keine Bedeutung haben, denn die Königin, welche ja keine Pollen zu sich nimmt, hat sie viel größer als die Arbeitsbiene. Die Königin hat aber verhältnismäßig viel größere und stärkere Oberkiefer. Die Drohne hat die verhältnismäßig kleinsten Oberkiefer und eine ganz verkleinerte Oberkieferspeicheldrüse. Die Drüse entwickelt sich also mit dem Oberkiefer. Die Bienen benützen die Oberkiefer nur zur Bearbeitung des Pollens und Wachses. Da sie mit dem Pollen nichts zu tun hat, wird sie mit dem Wachs was zu tun haben, deshalb wurde diese Drüse hier abgehandelt. Was ist noch unbekannt? Nach den Untersuchungen von D ö n n h o f ist zwischen Wachsplättchen und bearbeitetem Wachs kein chemischer Unterschied?

Woraus erzeugt die Biene nun das Wachs? Füttert man eingespernte Bienen nur mit Honig im Ueberfluß, so haben sie nach zirka 40 Stunden schon Wachsplättchen auf den Spiegeln. Füttert man dieselben aber mit Blütenstaub, so erzeugen sie auch nach längerer Zeit

feines. Die Biene erzeugt also das Wachs aus Honig. Es war dies das erste bekannt gewordene Beispiel der Umwandlung von Kohlenhydrat, denn ein solches ist der Zucker, da er quasi aus Kohle und Wasser, Hydra, besteht, in Fett. Daß die Bienen aber bei der Wachsbereitung auch Pollen brauchen, ist klar, denn der Pollen ist die eigentliche Quelle, um den ausgeschiedenen Stickstoff der Eiweißmoleküle zu ersetzen. Mit der erhöhten Tätigkeit der Zellen bei der Wachsbereitung ist auch ein erhöhter Zerfall der Lebensträger, der Eiweißmoleküle, verbunden. Und daraus folgt wieder, daß das ausgeschiedene Wachs vorher ein Bestandteil der Moleküle der lebenden Zellen selbst war; die Wachsabscheidung ist also keine neben dem Lebensprozeß herlaufende, sie ist vielmehr ein Bestandteil desselben.

Natürlich steht Honigaufnahme und ausgeschiedenes Wachs in einem bestimmten Verhältnisse. Der Theorie nach läßt sich dieses Verhältnis etwa folgendermaßen berechnen: 1 kg Wachs enthält 802 g Kohlenstoff, 131.4 g Wasserstoff und 63.6 g Sauerstoff, 1 kg Honig besteht, sein Wasser abgerechnet, also wenn es aus lauter Zucker bestehen würde, aus 400 g Kohlenstoff, 67 g Wasserstoff und 533 g Sauerstoff. 1 kg Honig kann also noch kein Kilogramm Wachs erzeugen, es fehlen ihm $802 - 400 = 393$ g Kohlenstoff, $131.4 - 67 = 64.4$ g Wasserstoff, dagegen hat es $533 - 63.6 = 469.4$ g Sauerstoff zuviel. Nimmt man 2 kg Honig, so kann man aus diesen nahezu 1 kg Wachs erzeugen. Man hat dann nur $818 - 802 = 16$ g Kohlenstoff zu viel, $134 - 131.4 = 2.6$ g Wasserstoff zu viel. Das wären geringe Differenzen. Man hat aber dabei $1066 - 63.6 = 1002.4$ g, also 1 kg Sauerstoff zu viel. Wird dieser Sauerstoff durch den Lebensprozeß aufgebraucht, wie es ja tatsächlich der Fall ist, so muß der Honig in lebendigen Molekülen chemisch gebunden werden. Beim Verbrennen desselben geht natürlich auch durch den gesteigerten Verbrennungsprozeß der Zellen Kohlenstoff und Wasserstoff verloren, der auf Rechnung des aufgenommenen Honigs ausgeschieden wird. Zweifellos wird also die Menge der zur Erzeugung eines Kilogramm Wachs nötigen Honigmenge größer als zwei Kilogramm sein müssen. Es sind diesbezüglich schon viele Fütterungsversuche unternommen worden. De L a n e s fand z. B., daß erst aus 6.3 g Honig 1 g Wachs entsteht. In der Praxis sieht es also anders aus!

Dafür, daß bei der Wachsbereitung auch eine stärkere Verbrennung des Kohlenstoffes stattfindet, spricht auch die erhöhte Körpertempe-

ratur. Diese beträgt nämlich hierbei 36° C, während die Bienen sonst gewöhnlich nur 30° C besitzen.

Der Bienenzüchter verlangt von den Bienen nur Honig und Wachs. Was im Preise, mit Berücksichtigung des angegebenen Erzeugungsverhältnisses des Wachses aus Honig wertvoller ist, wird den Bienen genommen. Braucht man Honig, so wird er ausgeschleudert und den Bienen das Wachs gegeben. Wird das Wachs gebraucht, so wird der Honig ausgeschleudert und die Bienen damit gefüttert.

5. Die Nassanoff'schen Drüsen.

Wird eine Biene gereizt, so erhebt sie den Hinterleib und biegt die Spitze desselben nach abwärts. Dadurch wird der 5. und 6. Tergit auseinandergeschoben. Man sieht jetzt einen weißen Streifen Haut, der die beiden Tergiten oben verbindet. In dieser Haut liegt ein Kanal und in diesem Kanal münden einzellige Drüsen durch längere Röhrchen. Diese Drüsen sollen die flüssigen Tropfen, welche die Bienen beim Fliegen ab scheiden, liefern.

6. Die Rektaldrüsen.

In der vorderen Hälfte des Dickdarmes sieht man sechs der Länge nach verlaufende Streifen, Fig. 3, Taf. IV. Sie sind 1½—2 mm lang und ¼ mm dick. Auf jedem Streifen ist eine Trachee. Die Streifen sind

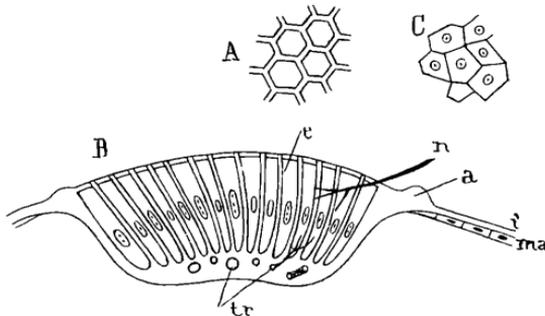


Fig. 36. A die Rektaldrüsen von oben gesehen.

B Querschnitt durch die Rektaldrüsen einer Puppe vor dem Ausschlüpfen. Schematisch nach Chun. a Chitiring, n Nerv, e Drüsenepithelzellen, tr Tracheen, i Intima, ma in diesem Stadium noch vorhandene Matrix.

C die Matrixzellen des Darmes der Puppe von oben gesehen. Bei der ausgeschlüpften Biene fehlen sie Drüsen. Sie stehen auf der Innenseite etwas vor. An einem Querschnitte sieht man, daß sie aus einer auf der Innenhaut des Dickdarmes liegenden Schichte langer, eng aneinander liegenden Zellen bestehen,

den Drüsen = Epithelzellen, Fig. 36. Sämtliche Epithelzellen, also die ganze Drüse, ist von einem Chitinringe umgeben. Die Tracheen und auch Nerven treten zwischen die Drüsenzellen ein und verzweigen sich daselbst. Die Zellhäute der Epithelzellen verschmelzen an der dem Darmlumen zugetehrten Seite zu einer einzigen, die Epithelzellen nach diesem hin abgrenzenden Haut. Diese setzt sich wie die äußere am Chitinringe an und scheint so ein unterer Teil derselben zu sein. Bei Insekten, welche keine Rektaldrüsen haben, ist der Dickdarm mit einer Epithellage bekleidet; bei Insekten aber, welche Rektaldrüsen haben, fehlt diese Bekleidung. Daraus läßt sich der Schluß ziehen, daß die Rektaldrüsen die Funktion der genannten Dickdarmauskleidung übernommen haben. Die Epithelzellen der Rektaldrüsen sind dafür weit größer als die des Dickdarmes. Bei den Bienenpuppen sind die Epithelzellen des Dickdarmes noch sichtbar. Bei den ausgeschlüpften Bienen fehlen sie. Die Ausscheidungen der Rektaldrüsen sind unbekannt. Harnsäurekristalle wurden in den Epithelzellen nicht gefunden.

VII. Der Stoffwechsel.

Wir haben bis jetzt gesehen, daß der Bienenleib Stoffe der Nahrungsmittel, besser die Nahrungsstoffe aufnimmt: Einnahme, und dafür Ausscheidungen abgibt: Ausgabe. Untersuchen wir die Verhältnisse der Einnahmen zu den Ausgaben, so finden wir: 1. Die Einnahmen sind dem Gewichte nach gleich den Ausgaben, dabei bleibt das Körpergewicht erhalten, wir haben Stoffwechsellgleichewicht. 2. Die Einnahmen sind größer als die Ausgaben; das Körpergewicht nimmt zu. 3. Die Einnahmen sind kleiner als die Ausgaben; das Körpergewicht nimmt ab.

Dazu ist folgendes zu bemerken. Die Ausscheidungen sind von den Einnahmen ganz unabhängig. Die Biene scheidet täglich so und soviel Gramm Harnsäure, Kohlensäure, Wasserdampf u. ab, ob sie etwas ißt oder nicht. Es können also tatsächlich einmal die Ausscheidungen, einmal die Nahrungsaufnahmen größer oder kleiner werden. Wohl aber hängen die Ausscheidungen von der Tätigkeit des Körpers, das heißt von der Tätigkeit seiner Organe ab. Bei lebhafter Bewegung zum Beispiel wird mehr ausgeschieden, als bei Ruhe u. s. w. Ist die Nahrungsaufnahme größer als die Ausgabe, so sind wieder zwei Fälle möglich. Entweder

nimmt hiedurch die Zahl oder die Größe der Zellen zu; es entsteht *Vermehrung*, oder das Mehr der aufgenommenen Nahrungsstoffe verwandelt sich in Fett. Das aufgespeicherte Fett wird, wenn die Aufnahme kleiner wird als die Ausgabe, wieder in den Stoffwechsel einbezogen und verbraucht.

Beim Stoffwechselgleichgewicht sind wieder zwei Fälle zu unterscheiden. „Jeder tierische Körper bedarf einer gewissen Quantität von Nahrung, um am Leben und im status quo zu bleiben, das *Erhaltungsfutter*. Erst wenn er mehr als dieses erhält, kann er *produzieren*. Dieses Mehr ist das *Produktionsfutter*, welches z. B. bei der Kuh Milch und Talg, bei den Bienen Futtersaft für die Brut, die Königin und die Drohnen und Wachs und Arbeitskraft liefert. Die Biene verzehrt zur eigenen Leibesernährung nicht mehr als sie bedarf. Daher im Herbst, wo weder gebrütet noch gebaut, noch sonst gearbeitet wird, die geringe Konsumtion eines Volkes. Will die Biene *produzieren*, gleichviel ob Wachs, Futtersaft oder Arbeitskraft, dann nimmt sie Produktionsfutter zu sich. Hat sie dieses aber einmal genommen und konsumiert sie es nicht durch Arbeit, dann verwandelt es sich in Speisefaft, und gibt sie diesen nicht als Futter nach außen ab, so geht er in die Säfte über und lagert sich als Fett in Gestalt von Wachs ab.“¹⁾

Betrachtet man die chemische Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrungsstoffe, so sieht man, daß man dreierlei derselben unterscheiden kann: 1. *Kohlenhydrate*, sie bestehen aus Kohlenstoff und aus Wasserstoff und Sauerstoff, im Verhältnis des Wassers. Dazu gehören die Zuckerarten. 2. *Fette*, sie bestehen auch aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, der Kohlenstoff überwiegt die beiden letzteren bedeutend. Auch sind letztere nicht im Verhältnis vom Wasser enthalten. 3. *Eiweißkörper*. Ihre Zusammensetzung haben wir schon kennen gelernt. Für uns ist es wichtig, daß sie Stickstoff enthalten.

Betrachtet man die ausgeschiedenen Stoffe, so findet man, daß nur die Harnsäure stickstoffhaltig ist. Da das die Eiweißstoffe charakterisierende Element Stickstoff ist, kann Eiweiß, also auch das lebende, nur wieder durch stickstoffhaltige Substanzen gebildet werden und die Harnsäure ist ein Zerlegungsprodukt des Eiweißes selbst. Würde man die Menge der von der Biene in 24 Stunden ausgeschiedenen Harnsäure

¹⁾ Graf Stosch, *Wienerzeitung* 1860, zitiert nach v. Berlepsch „Die Biene“ 3. Auflage.

kennen, so könnte man daraus die Menge des darin enthaltenen Stickstoffes berechnen. Weiters könnte man, wenn das Eiweiß 14% Stickstoff enthält, genau berechnen, wieviel Eiweiß die Biene in 24 Stunden genießen muß. In der Harnsäure wird aber auch Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff ausgeschieden. Weiters wird noch im Wasserdampf Wasserstoff in der Kohlensäure Kohlenstoff ausgeschieden. Andererseits wird schon im Eiweiß Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff aufgenommen. Man kann also, wenn man die Menge dieser Ausscheidungen in 24 Stunden kennt, leicht auch die Menge des aufzunehmenden Zuckers berechnen. Man könnte diese Rechnungen für die Erhaltungs- und für die Produktionsfütterung anstellen. Beim Menschen ist man schon so weit. Vielleicht kommt man auch bei der Biene einmal so weit. Dann wird sich die Bienenzucht *r a t i o n e l l* betreiben lassen.

Uebrigens werden klare Begriffe über diesen Gegenstand, auch wenn man noch nicht mit Zahlen dienen kann, den Bienenzüchter vor manchen Fehltritt in der Praxis zurückhalten.

Betrachten wir jetzt noch einmal die Zusammensetzung der Nahrungsmittel der Biene, so sehen wir, daß das lebendige Eiweiß hauptsächlich durch den bei 20% Eiweiß enthaltenden Pollen ersetzt wird; er ist also das Fleisch der Biene. Pollen allein kann aber die Biene auf die Dauer nicht ernähren, da sie, um den Bedarf an Kohlenstoff und Wasserstoff zu decken, so große Mengen genießen müßte, die sie nicht verdauen könnte. Nektar kann auf die Dauer auch nicht die Biene ernähren; sie müßte, um den Stickstoffbedarf zu decken, viel zu viel davon aufnehmen.

Im Winter ist der Lebensprozeß der Biene sehr herabgesetzt, namentlich scheint dies bezüglich der Zersetzung des Eiweißes zu gelten. Es werden hauptsächlich die Zuckerarten und Fett zersetzt.

Zur Erzeugung des Futtersaftes für die Brut ist auf die Dauer auch der Honig nicht ausreichend; die Brut braucht zum Wachstum neuer Zellen neues Eiweiß.

Noch einen Vergleich zwischen den aufgenommenen und abgegebenen Stoffen müssen wir machen. Die aufgenommenen Stoffe haben große vielatomige Moleküle, die ausgeschiedenen jedoch kleine wenigatomige. Bei dem durch den eingeatmeten Sauerstoff im Körper vor sich gehenden Zerfall — man nennt ihn ein *V e r b r e n n e n*, weil bei der Verbrennung der Nahrungsstoffe, z. B. des Fettes in der Kerze, auch Kohlensäure und Wasserstoff entsteht — wird Wärme, die Körperwärme frei.

Ein anderer Teil der dabei entstehenden Kraft erzeugt die Bewegung des Körpers u. s. w. Die vom Bienenkörper geleistete Arbeit ist also ein Produkt der Ernährung.

VIII. Die Irritabilität.

In einem Zellenstaate muß, wie in jedem anderen Staate, durch eigene Organe der Regierung das Verhältnis der einzelnen Staatselemente zueinander und das des gesamten Staatswesens gegen andere geregelt und allen diesbezüglichen Ausschreitungen entgegengearbeitet werden. So wie bei uns ist es auch bei der Biene das *Nervensystem*, welches dieses besorgt.

Diejenige Leistung, welche nur das Verhältnis der Organe zueinander regelt, heißt *vegetativ*, die, welche das Verhältnis des Staates und das seiner Teile zu anderen Staaten regelt, heißt *animal*. Wie beim Menschen ist auch bei der Biene das Nervensystem diesbezüglich differenziert. Beide Systeme sind aber miteinander verbunden, weil oft eine der genannten Beziehungen in die andere übergreifen kann und umgekehrt.

Betrachten wir die Leistung des Nervensystems im allgemeinen. Eine Biene sitzt ruhig da. Ich berühre leicht ihren Vorderfuß; sie zuckt mit demselben leicht zurück. Ich stoße an dieselbe Stelle stärker an; sie hebt das Vorderbein in die Höhe. Ich stoße noch stärker an dieselbe Stelle; sie richtet sich auf. Ich stoße noch stärker; die Biene kriecht weg. Sie kann aber auch davonfliegen; sie kann auch noch fliegen und mich stechen zc. Man sieht: Wird ein und dieselbe Stelle gereizt, so können die verschiedensten Muskelgruppen nacheinander oder gleichzeitig in Tätigkeit gesetzt werden.

Dieser Satz gilt auch umgekehrt: Ein und dieselbe Bewegung kann durch Reiz von den verschiedensten Teilen des Körpers aus erfolgen. Das Fortfliegen z. B. kann auch dadurch erfolgen, daß die Biene etwas sieht, riecht oder hört, ja kann auch durch Reize von innen aus erfolgen, z. B. wenn die Biene Hunger hat.

Das Nervengewebe, siehe Fig. 8, ist in ausgezeichnete Weise befähigt dies Genannte zu leisten. Es besteht im allgemeinen aus einer Zelle, welche meist mehrere Fortsätze, und zwar nach allen Richtungen

des Raumes entsendet. Eine solche Zelle heißt *Ganglienzelle*. Einer dieser Fortsätze ist meist länger, manchmal sogar sehr lang. Die Enden seiner Zweige teilen sich plötzlich in zahlreichen feinen Ästchen auf. Der lange Fortsatz heißt *Nervenfaser*, die ästigen Endaufteilungen heißen *Endbäumchen*. Eine Ganglienzelle mit ihrer Nervenfaser heißt ein *Neuron*. Das, was das Nervensystem in Erregung versetzt, heißt *Reiz*. Die Reize haben aber nicht den Zweck, im Nervensystem zu bleiben, im Gegenteil, sie bezwecken irgend ein anderes Organ, mehrere derselben oder den gesamten Körper in Tätigkeit zu versetzen. Es handelt sich also, ähnlich wie bei dem Telegraphen, um Umleitung eines Reizes auf andere Bahnen. Der Reiz z. B., der vom Auge kommt, muß zum Fuß geleitet werden. Diese Umleitung geschieht in den Ganglienzellen. Kommt z. B. ein Reiz auf der Nervenfaser des Neurons, so kann er vom Neuron durch den Fortsatz a auf das Neuron b oder durch den Fortsatz c auf das Neuron d oder, wenn er stark genug ist, auf beide übergehen. Von diesem Neuron geht er durch die bezügliche Nervenfaser seinem Bestimmungsorte zu. So kann ein und derselbe Reiz verschiedene Wege gehen. Greifen die Nervenfaser verschiedener Neuronen an verschiedenen Endbäumchen eine Ganglienzelle an, so können verschiedene Reize zu ein und derselben Faser geleitet werden. Wir müssen also unterscheiden: 1. *zuführende Nervenfaser*, 2. *abführende Nervenfaser*, 3. *die Zentralstationen verknüpfende Assoziationsfaser*.

Meist laufen viele Fasern in einem *Nerven* vereinigt. Auch die Ganglienzellen liegen meist beisammen; sie bilden einen *Ganglion* oder ein *Ganglion*.

Nachdem die Reize nicht immer dieselben sind, wie man aber sieht, jeder Reiz seine bestimmte Bahn haben muß, so sind eigene Vorrichtungen getroffen, welche nur die Aufnahme einer bestimmten Reizsorte gestatten. Derartige Vorrichtungen nennt man *Sinne*. Die von den Zentralstationen abgehenden Reize gehen meistens zu den Muskeln, oft aber auch zu den Drüsen.

Die durch die Sinne veranlaßten Leistungen in den Muskeln und Drüsen können entweder mit Einschaltung des Willens der Biene *willkürlich* oder ohne denselben *unwillkürlich* geschehen. Unwillkürliche Bewegungen nennt man *Reflexbewegungen*.

Nun betrachten wir das Nervensystem der Biene, und zwar zuerst die Sinne, siehe Fig. 5. Die Biene hat Sinne, welche Reize von außer-

halb ihres Körpers, objektive Sinne, und solche, welche Reize im Inneren ihres Körpers aufnehmen, subjektive Sinne. Ueber die Sinne der Biene ist folgendes bekannt. Sie hat an objektiven Sinnen zur Wahrnehmung von Licht, Augen, von Schall, Gehör, von Geruch, Geruchsin, Geschmack, Geschmacksin, Wärme, Kälte und Berührung, Tastsinn; an subjektiven Sinnen, Schmerzsin, Muskelsinn und Drehsinn.

Die Reize greifen den Nerven nicht direkt an, sondern das mit dem Nervenende verbundene Sinnesepithel. Dieser überträgt erst den Reiz mit dem Nerven.

1. Der Geruchsin.

Der Geruchsin der Bienen liegt in den Fühlern. Die Fühlergeißel hat eine ganze Anzahl von mit Nerven verbundenen Löchern. Ein Teil der Löcher ist offen, ein Teil geschlossen. Der Geruch ist ein chemischer Sinn, das heißt, es muß stoffliche Beschaffenheit auf das Sinnesepithel wirken. Bei allen Tieren liegen diese Zellen frei. Wir können also nur die offenen als Geruchsorgane betrachten; sie liegen zu zehn und mehr an den unteren Teilen der untersten drei und der Endglieder. Das Fühlerchitin hat an diesen Stellen eine kleine Vertiefung. Die Deffnung in der Mitte dieser führt in einen nach innen sich erweiternden Chitinrichter, der die Sinneszelle enthält. Daß tatsächlich die Bienen riechen, davon kann man sich überzeugen, wenn man gesunden Bienen und dann Bienen, denen man die Fühler mit Lack bestrichen, riechende Stoffe nähert. Jeder Fühler dürfte bei 200 Geruchszellen haben, Fig. 5.

2. Der Gehörsinn.

Daß die Bienen hören, steht fest. Das beweist schon vor allem, von anderem nicht zu reden, das „tüten“ und „quacken“. Wo aber der Gehörsinn liegt, ist nicht mit Sicherheit entschieden. Wenn man aber bedenkt: 1. daß bei allen Tieren das Gehörorgan einen mit den Nervenzellen verbundenen Körper besitzt, der durch den Schall in Schwingungen versetzt wird und dessen Schwingungen eben den Nerven reizen, 2. daß man bei der Biene nirgends ein diesem Prinzipie entsprechendes Organ gefunden, wird man die mit einer Haut bedeckten Gruben auf der Innenseite der Fühler als Gehörorgan der Biene betrachten. Diese

Gruben, bei 20.000 an jedem Fühler, sind viel größer im Durchmesser als die Geruchsgruben. Von oben gesehen zeigen sie fünf Ringe: einen dunklen Kreis in der Mitte, dann einen lichtereren, einen sehr dunklen, einen lichtereren und zuletzt wieder einen dunklen. Diese Ringe rühren daher, daß die die Grube abgrenzende Haut ringweise verdickt ist. Sie stehen zerstreut an der Vorderseite der Fühler. Fig. 5.

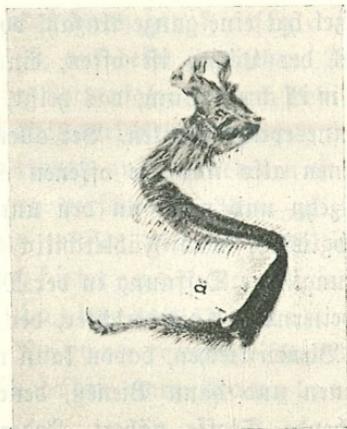
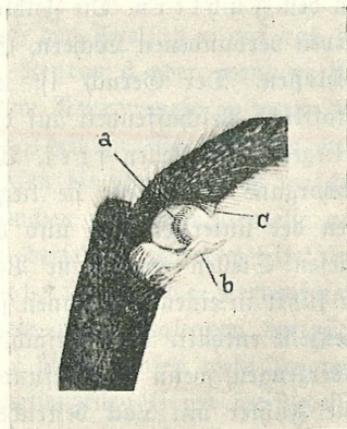
3. Der Tastsinn.

Die Biene hat einen sehr entwickelten Tastsinn; arbeitet sie doch im Stocke immer im Finstern, also nur mit Hilfe des Tastsinnes. Das Tastorgan ist durchweg ein bewegliches Chitinhaar, in dessen Zelle die

A

Fig. 37.

B



Photographie von L. Arnhart und Dr. R. Giede.

Fühlerreinigungsapparat der Arbeitsbiene.

a strigilis, b velum, c erstes Tarsenglied.

Photographie von L. Arnhart und Dr. R. Giede.

Vorderbein der Arbeitsbiene.

Bei a der Fühlerreinigungsapparat.

Nervenfasern mündet, **Tasthaare**. Die meisten Tasthaare, und zwar dreierlei hat der Fühler. Am Schaft und am Rücken der Glieder stehen lange, dünne, sichelförmig gebogene Borsten. Die Sinneszelle unterm Haar ist kugelig. An der Vorderseite der Glieder stehen die **Hause**-förmigen Tastborsten; sie sind kurz und etwas wellenförmig gebogen, ihre Sinneszelle ist lang und dünn. Am Ende der Glieder stehen auch die **Tastegel**; ihr Haar ist kurz und kegelförmig, ihre Sinneszelle ist lang. Nebst diesen Sinneshaaren hat der Fühler noch andere gewöhnliche

Haare. Wozu die Verschiedenheit der Tasthaare dient, ist noch nicht bekannt. Siehe Fig. 5.

Wir haben also auf den Fühlern der Biene zum mindesten dreierlei Sinnesorgane gefunden. Die Biene ist aber auch auf ihre Fühler sehr heiklich. Sie leidet nicht den geringsten Schmutz auf denselben; er könnte die Gruben verstopfen und die Beweglichkeit der Tasthaare behindern. Man sieht sie deshalb fort und fort ihre Fühler reinigen. Dazu hat sie einen eigenen Apparat, Fig. 37. Die Schiene der Vorderbeine hat nämlich an der unteren Innenseite eine Einbuchtung. In dieser steht ein netter, ebenfalls nach innen kreisförmig gebogener Chitinkamm, strigilis oder pecten. In die Höhlung dieses Kamms kann der Fühler zum Teil hineingelegt werden. Auf der oberen Innenseite des Schenkels steht ein Dorn schief nach innen und abwärts. Wird die Schenkelschiene regelrecht gebeugt, so tritt der Dorn genau dem Kamm gegenüber. An dieser Seite hat der Dorn auch eine Hautfalte, velum, hängen, welche, wenn der Fühler im Kamm liegt, denselben in den Kamm drückt. Mit diesem Fühlerkamm streift die Biene die Fühler ab. Die meisten anderen Körperteile der Biene haben Tasthaare, namentlich der Rüssel an seinen verschiedenen Teilen, so z. B. die Rüsselspitze, der Unterkiefer zc.

4. Der Geschmackssinn.

Die Biene hat ein doppeltes Geschmackorgan, eines im Rüssel und eines im Schlunde. Das Geschmackorgan im Rüssel, siehe Fig. 38,

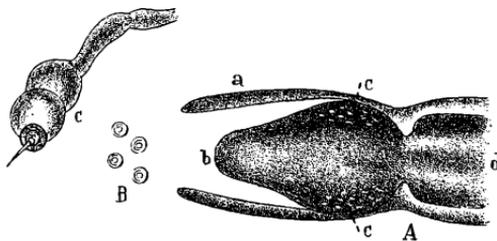


Fig. 38. Geschmackorgane der Biene nach Wolff.

A Zungenwurzel von oben, c Gegend der Geschmacksruben (dieselben bei B vergrößert, d Zungenstab mit einer daselbst befindlichen Vertiefung für den Futterjaft, a Fortsätze, b Zungenstabeide, e eine Geschmackszelle aus dem Gaumenjeget.

liegt am Grunde der Zunge, dort, wo die Flüssigkeit aus sämtlichen Röhren sich vereinigt, und zwar auf der Oberseite zu beiden Seiten. Das Organ besteht aus jederseits bei 25 Vertiefungen, welche mit einem

Ringe umgeben sind. Am Grunde des Grübchens ist ein feines Häutchen, unter welchem eine kugelförmige Sinneszelle liegt. Dieses Geschmacksorgan unterrichtet also die Biene von der Natur der aufgesaugten Flüssigkeit noch ehe sie in den Schlund kommt. Stößt nämlich die Biene mit der Zungenspitze in eine Flüssigkeit, so bringt diese durch Kapillarität im inneren oberen Zungenröhrchen zum Geschmacksorgan. Paßt ihr der Stoff, so kann sie ihn dann saugen.

Das Geschmacksorgan im Schlunde, Fig. 27, 29, liegt einerseits an der Hinterwand des Gaumensegels, andererseits an den Seiten des Schlundplättchens. Das Organ besteht aus kleinen von einem Ringe umgebenen Grübchen, aus deren Mitte ein feines Haar hervorsticht. Am Gaumensegel beträgt die Zahl der Grübchen jederseits bei 110, am Schlundplättchen jederseits bei 40. Das Organ am Schlundplättchen ist von dem am Gaumensegel wohl auch unterschieden. Bei ersterem liegt unter dem Häutchen nur eine Sinneszelle, beim letzteren deren zwei nacheinander, bei ersterem haben die Zellen mehrere Kerne, bei letzterem ein bis zwei, bei ersterem sind die Haare dicker als bei letzterem. Die Haare der ersteren sind stumpf, die der letzteren sehr fein. Da diese Organe in der Schlundhöhle neben dem Häutchen noch ein Haar haben, dürften sie kombinierte Geschmacks-Tastorgane sein, was für den Bienen das Beste wäre.

5. Der Gesichtssinn.

Wie schon bemerkt, hat die Biene zwei zusammengesetzte und drei einfache Augen. Die zusammengesetzten Augen stehen an der Seite des Kopfes; sie reichen hier bis weit über die Mitte nach abwärts. Oben greifen sie nur wenig auf die Oberseite über. Sie sind vorne gewölbt. Einen kleinen Teil derselben sieht man von vorne und von oben, das meiste aber von der Seite; ganz sieht man sie nur von seitwärts und oben. Jedes besteht aus bei 3500 eng einander liegenden nach außen erhabenen Halbkugeln, sogenannten *Korneafacetten*. In den Schnittlinien der Regeln stehen Haare. Man sieht immer nur diejenigen Haare, welche sehr schief zur Richtung stehen, in der man sie anblickt.

Die drei einfachen Augen sind viel kleiner als die zusammengesetzten; sie stehen in einem Dreiecke, dessen Basis oben in der Mitte zwischen diesen liegt. Von oben sieht man alle drei, von vorne nur das

unterste ganz. Von der Seite sieht man sie gar nicht. Jedes Auge besteht aus einer nach außen erhabenen Halbkugel. Um jedes stehen lange Haare.

Aus der Stellung der Augen ergibt sich also: Die zusammengesetzten Augen dienen zum Sehen nach den Seiten, die einfachen zum Sehen nach oben. Die Haare um die Augen bezwecken es, daß zu schief fallendes Licht von jedem Auge abgehalten wird.

Betrachten wir zuerst das zusammengesetzte Auge genauer, Fig. 37 und Taf. II, Fig. 1. Es besteht von außen nach innen: 1. aus der

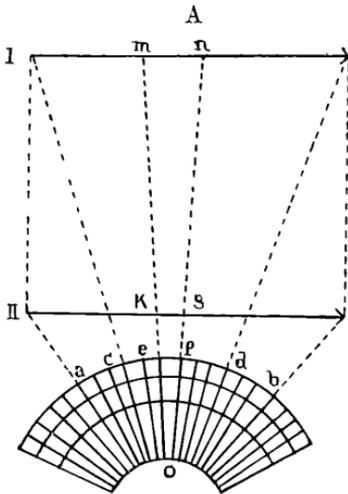
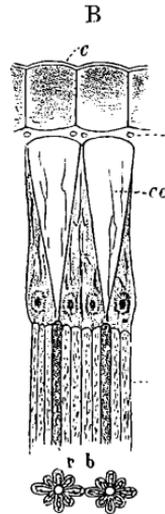


Fig. 39.



Längsschnitt durch das zusammengesetzte Auge. Nach Grenacher.

c Kornea, cc kristallinische Regel, unten von Pigmentzellen umgeben, n Semper'sche Kerne, r b Rhabdom, r retinulae. Die untere Figur ist ein Querschnitt der oberen in der Gegend vom Buchstaben r.

bis 0.03 mm dicken *K o r n e a* f i c h t; sie besteht in jedem Fazettauge aus beiläufig 3500 sechsseitigen lückenlos aneinanderliegenden kurzen Zylindern. Ihre obere Begrenzung sind die erhabenen Halbkugelflächen, welche man von außen sieht, die untere Begrenzung ist ebenfalls eine erhabene Kugelfläche; 2. aus der bis 0.06 mm dicken *K r i s t a l l i n e* f e g e l f i c h t e. Unter jedem Korneazylinder steht nämlich ein Regel. Seine Achse liegt in der Achse des Zylinders, seine erhabenen gekrümmte

Basis liegt an der Basis des Korneazylinders, seine Spitze liegt unten. Die Regelbasis ist kleiner, als die darüber liegende Korneazylinderbasis. Die Kristallkegel lassen also einen freien Raum zwischen sich. Dieser wird von Blut und namentlich an der Spitze der Regel von einem körnigen, dunklen Pigment, dem Irispigment ausgefüllt. Das Pigment läßt nur die äußerste Spitze des Kegels frei. Sowohl die Kornea, als auch der Kristallkegel wird aus vier Zellen erzeugt, deren Kerne im reifen Auge als *Sempersche Kerne* zwischen beiden sichtbar bleiben; 3. aus der Netzhautschichte; sie ist die dickste und besteht aus enganeinanderliegenden Stäben, deren Achsen der Korneaachse parallel liegen. Unter jedem Korneazylinder liegen acht Zylinder; sie sind zu einer sogenannten *retinula* miteinander verwachsen. Sie bilden einen Hohlzylinder. Jeder Zylinder sondert in dem Hohlraume ein seiner Länge paralleles Stäbchen ab. Die Stäbchen verwachsen zu einem den Hohlraum ausfüllenden lichten Körper, zum sogenannten *Rhabdom*. Das oberste Ende eines jeden Rhabdoms liegt etwas hinter der Kegelspitze. Auch die *retinulas* sind vom Pigment, dem *Retinapigment* eingehüllt. Das Rhabdom ist der empfindlichste Teil der *retinula*; 4. die *Fensterchichte*; sie ist eine dünne, mit lauter Löchern versehene Haut. Durch die Löcher dringen Nervenfasern, Blut und Tracheen in das Auge. Die Nerven begeben sich zu den Rhabdomen. Die Fensterschichte ist die innere Grenze des Auges; sie trennt das Auge vom Sehnerv. Jeder Korneazylinder bildet mit dem darunter liegenden Kristallkegel und mit den unter diesem liegenden Rhabdom ein *Teilauge* oder *Omatidie*. Die einzelnen *Omatidien* konvergieren mit ihren Achsen nach innen.

Wie und was sieht nun die Biene mit diesen Augen? Da in der *Retinula* an seinem unteren Ende Nerven eintreten und da das sogenannte *Tapetum*, welches bei Nachtinsekten die Aufgabe hat, das Licht in den lichtempfindenden Apparat zur neuerlichen Erregung desselben zurückzuwerfen, zwischen *Retinula* und *Fensterschichte* liegt, sind es zweifellos die Rhabdome, welche das Licht in Nervenregung umsetzen. Die Korneafazetten mit ihren Kristallkegeln lassen das Licht durch.

Kornea und Kristallkegel lassen das Licht aber nicht vollkommen ungestört durch. Jede Aenderung der Dichte des Mittels, durch welche das Licht geht, lenkt es an der Aenderungsstelle ab, das Licht wird

g e b r o c h e n. Nicht nur beim Uebergange aus der Luft in die Kornea, sondern auch in der Kornea und im Kristallkegel finden diese Veränderungen statt. Die Kornea hat eine zylindrische und der Kristallkegel eine kegelförmige Schichtung. Die Schichte in der Mitte hat das geringste Brechungsvermögen. Je weiter eine Schichte nach außen liegt, desto stärker wird ihr Brechungsvermögen. Eine Korneafazette und Kristallkegel bilden miteinander wohl einen einheitlichen dioptrischen Apparat; ihre Bauart ist aber doch anders, als die unserer Linsen, bei denen eine Dichteänderung im Innern nicht vorhanden ist. Trotzdem erzeugen beide schon wegen ihrer gekrümmten Flächen ein mikroskopisch kleines, verkehrtes Bildchen von äußeren Gegenständen, welches G o t t s c h e am Fliegenauge entdeckte. Das zusammengesetzte Auge erzeugt natürlich in allen jenen Fazetten ein solches Bildchen, in denen das Licht nicht zu schief einfällt. Diese Bilder kann aber die Biene nicht wahrnehmen. Ein Sehstab — und nur in einen, den darunterliegenden, kann ja nur das Licht aus einem Kristallkegel kommen — kann ja kein Bild aufnehmen. In einem Sehstabe kann ja in einer bestimmten Zeit nur eine Erregung sein; ein Gegenstandsbild verlangt aber verschiedene Lichterregungen! Dann ist auch die Spitze der Regel, welche nicht mit Pigment bedeckt ist, so klein, daß nicht viel davon entstehen kann. Zudem kommen noch, wie gleich besprochen wird, Strahlen aus dem Kegel, welche an seiner Seitenfläche zurückgeworfen werden. Diese werden die Deutlichkeit des Bildchens sehr beeinträchtigen. Würde dieses Bildchen durch die Kornea allein entstehen, so würde es in den Kristallkegel fallen, würde es durch beide entstehen, so würde es hinter das Auge fallen. Das Bildchen kann also keinesfalls in die Netzhaut fallen. G y n e r hat nun gezeigt, daß jede Fazette alle näherungsweise in der Richtung ihrer Achse einfallenden Lichtstrahlen theils durch Brechung, theils durch Reflexion an den Seitenwänden der Kristallkegel zur Spitze der Kristallkegel bringt und hier vereinigt, damit sie den Sehstab intensiver reizen können. Man kann dies an zusammengesetzten Augen selbst, und auch an den Fazetten und Kegeln gleichgeformten Glasstäben zeigen. Sollte irgendwo doch Licht aus einem Kegel austreten, so wird es durch das Pigment, welches das Licht verschluckt, unschädlich gemacht. Es kann die nebenliegenden Sehstäbe nicht treffen. Da die zusammengesetzten Augen sehr stark gewölbt sind und da die Omatidien nach innen konvergieren, die Achsen derselben also nach außen divergieren, kann bei der günstigen Lage

der zusammengesetzten Augen am Kopfe fast von allen Seiten Licht auf irgend ein entsprechend gelegenes Rhabdom gebracht und dadurch Lichterregung verursacht werden. Ein vor dem Auge befindlicher Gegenstand wird in aneinanderliegende Kreise zerfallen, von denen jeder sein Licht zu einer Omatidie sendet. Der Radius dieser Kreise ist bei größerer Entfernung des Gegenstandes größer, bei kleinerer Entfernung kleiner. Die Kreise stellen die nach außen projizierte Lichterregungsfläche einer Omatidie dar; man kann sie deshalb Gesichtsfeld der Omatidie nennen, es ist sehr klein. Das Gesichtsfeld sämtlicher Omatidien eines zusammengesetzten Auges bildet dann das Gesichtsfeld desselben; es ist sehr groß. Ein Gegenstand kann in dem Gesichtsfelde des einen, aber nicht zugleich auch in dem des anderen zusammengesetzten Auges stehen. Das Gesichtsfeld beider zusammengesetzten Augen ist deshalb noch größer. In derselben Reihenfolge, in der die Lichtkreise im Gegenstande nebeneinander liegen, in der liegen auch die von ihnen erregten Omatidien; das Bild des Gegenstandes ist also aufrecht. S. G y n e r hat ein solches Bild, allerdings von einem anderen Insekte, photographisch wiedergegeben und dadurch die ganze Theorie bestätigt; er hat gezeigt, daß bei einem Leuchtkäferchen ein Gitter mit 49 cm breiten Stäben noch in einer Entfernung von 225 cm wahrgenommen werden kann. Nähert man dem zusammengesetzten Auge einen Gegenstand, so erregt er erstens mehr Omatidien und zweitens wechseln bereits erregte Omatidien die Lichtkreise des Gegenstandes. Die zusammengesetzten Augen sind also, trotzdem sie bei der Biene unbeweglich sind, in ausgezeichnete Weise dazu befähigt, Bewegungen wahrzunehmen.

Betrachtet man eine Biene, wenn sie das erstemal den Stock verläßt, so sieht man, wie sie vor dem Stöcke zuerst nahe und dann immer weiter hin- und her-, auf- und abfliegt. Sie sucht ein Bild des Stöckes beim Fliegen sich zu verschaffen; dieses Bild erkennt sie beim Heimfliegen wieder. Beim Betrachten von Menschen und Blumen macht sie es ebenso. Im Stöcke ist es finster. Außerhalb des Stöckes sitzt sie selten. Für sie sind also beim Fliegen tatsächlich die Bewegungsbilder sehr wichtig.

Daß die Biene auch Farben sieht, hat L u b b o c k bewiesen; nach ihm bevorzugt die Biene sogar die blaue Farbe. Daß die Biene nahe Gegenstände von entfernten unterscheidet, ist sicher. Vielleicht erkennt sie die Entfernung aus höherer oder tieferer Lage des Bildes in den langen

Abdomen! Am besten kann sie die Gegenstände in $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ m Entfernung betrachten.

Nun zum einfachen Auge! Jedes einfache Auge, Fig. 40, hat nur eine Bikonverglinse und diese ist eine durchsichtige Verdickung der Chitindecke. Die innere Krümmung ist weit stärker als die äußere. Die unter dem Chitin liegende Cutis liefert der Linse ringsherum begrenzte Farbstoffzellen, also eine Art Iris. Unter der Linse liegt eine einzellige Schichte, die Glaskörper-schichte, ihre Zellen sind kurz. Unter derselben liegen die langen Netzhautstäbe; sie gehen unten in die Nerven über und enthalten in ihren oberen Enden eigentümliche Platten eingesenkt. Die einfachen Augen liefern sehr kleine, verkehrte Bilder der Gegenstände. Wird eine lebende, flugfähige Biene im Zimmer freigelassen, so fliegt sie zum Fenster; sie erkennt also die Stellen des Zimmers, in welche

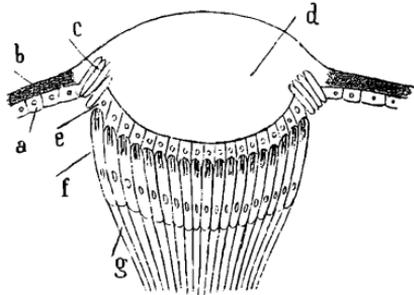


Fig. 40. Längsschnitt durch das einfache Auge der Biene (schematisch, Original).

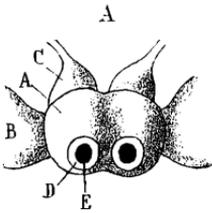
a Kopfhaut, b Chitinhülle, c Iris, d Linse, e Glaskörper-schichte, f Netzhautschichte, g Nervenfasern.

hell sind. Schönfeld hat einer solchen Biene die zusammengesetzten Augen vor dem Freilassen mit Lack überstrichen. Trotzdem flog die Biene gegen das Fenster. Bedeckte er dagegen die einfachen Augen mit Lack und ließ die zusammengesetzten Augen unbedeckt, so blieb sie ruhig sitzen. Scheuchte er sie auf, so flog sie zwar, aber nicht gegen das helle Fenster, sondern gegen die dunkle Decke. Dabei stieß sie überall an die Wand an. Auch Reaumur machte ähnliche Versuche, welche zeigten, daß die Biene mit bloßen zusammengesetzten Augen nicht in die Höhe aufsteigt, wohl aber von Blume zu Blume fliegt. Diese Versuche sowie die Tatsache, daß der Sehnerv des zusammengesetzten Auges einen sehr zusammengesetzten Bau gegenüber dem des einfachen Auges hat, zeigen, daß die einfachen Augen nur zum Wahrnehmen von Licht und Schatten dienen. Ihre Stellung und Blickrichtung am Kopfe steht mit ihrer Bedeutung beim Fluge im Einklange.

Daß die Biene auch die übrigen der eingangs genannten Sinne besitzt, ist klar. Wir wissen, daß sie Kälte und Wärme wahrnimmt,

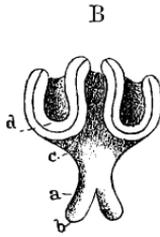
daß sie Schmerz empfindet, daß sie von der Lage ihrer Glieder unterrichtet ist und daß sie Drehungen und Lageveränderungen ihres Körpers wahrnimmt. Die diese Reize aufnehmenden Sinnesorgane sind jedoch noch nicht entdeckt.

Fig. 41.



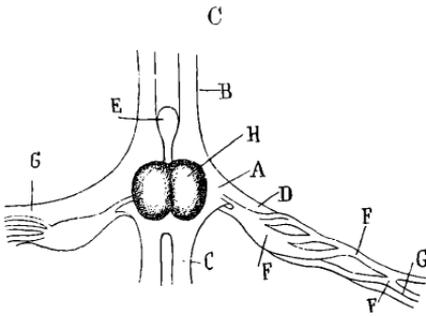
I. Oberes Schlundganglion nach Abtragung der gestielten Körper.

A Hemisphäre, B Schläppchen, C Fühlerlappen, D Ringwulst, E Vertiefung für den Stiel.
Nach E. Brandt.



II. Gestielter Körper.

a Gehirnwindung, c Platte, a Stiel, b Fortsätze.
Nach E. Brandt.



Bauchganglion.

A Bauchganglion, B C Verbindung desselben mit den benachbarten, D abgehender Nerv, E mittleres sympathisches Ganglion, F seitliche sympathische Ganglien mit den davon abgehenden Nerven, G H Ganglienherde.

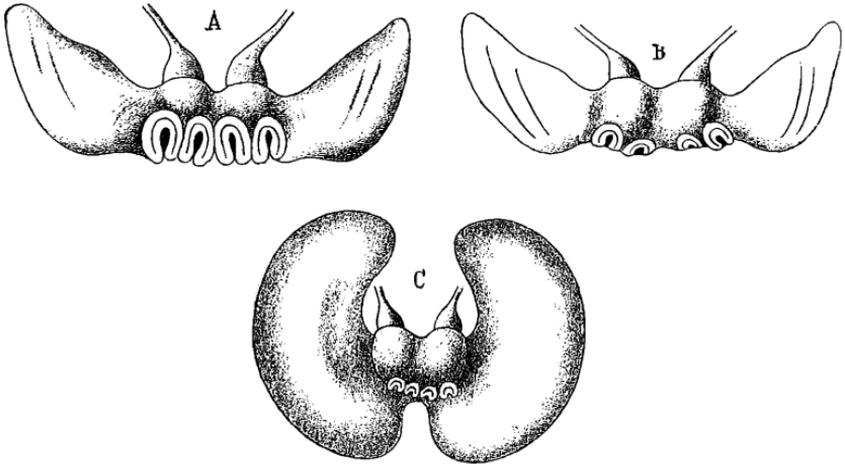
Nach E. Brandt.

Betrachten wir nun das Nervensystem selbst, und zwar zuerst das animale.

Das animale Nervensystem, Fig. 41, 42, 43, der Biene bildet einen um den Schlund im Kopfe liegenden Ring, den Schlundring, und aus einer in der Mitte der Bauchseite der Brust und des Hinterleibes hintereinander liegender Reihen von Ganglien, welche untereinander und mit der unteren Hälfte des Schlundringes durch zwei nahe und parallel nebeneinander laufende Nervenstränge verbunden sind. Der Schlundring besteht aus zwei Ganglien, von denen eines

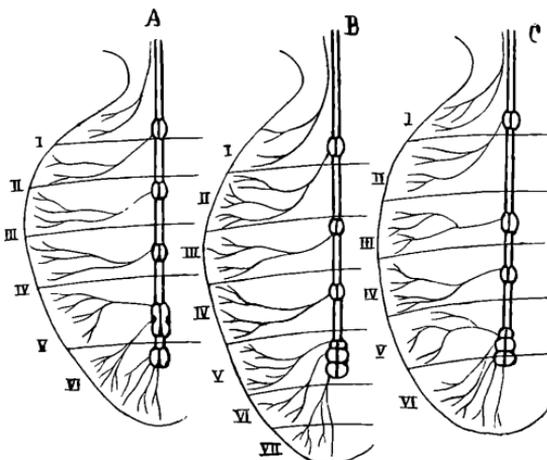
oben, oberes Schlundganglion, ganglion supraoesophageum, das andere unter der Schlundröhre, unteres Schlundganglion, ganglion infraoesophageum, liegt, und aus zwei Schlundringseiten, welche die Ganglien eben zu einem Ringe verbinden. Das obere Schlundganglion besteht aus zwei in der Mittellinie aneinanderliegenden Halbfugeln (hemisphaerae). An der Außenseite jeder Hemisphäre liegt ein fast bis zum zusammengesetzten Auge der betreffenden Seite reichender Lappen, der Schläppchen, lobus opticus, an der Vorderseite einer jeden liegt ein kleinerer Lappen, der Antennenlappen, lobus antennalis, an dem sich der gleichseitige Fühler nerv ansetzt. In einem Punkte der hinteren Furche, welche die beiden

Fig. 42.



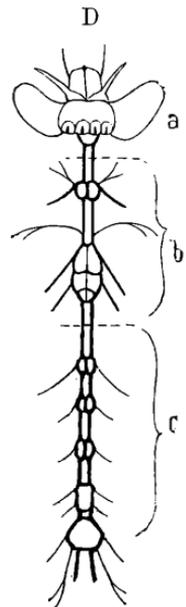
Gehirn der Bienen (nach E. Brandt).

A Gehirn der Königin von oben, B Gehirn der Arbeitsbienen von oben, C Gehirn der Drohnen von oben. Man sieht die Verschiedenheit in der Entwicklung der Hemisphären und Gehirnwindungen.



Bauchganglien der drei Bienenwespen (nach E. Brandt).

A Arbeitsbiene, B Drohnen, C Königin. Die römischen Ziffern zeigen die Bauchringe an.



Animales Nervensystem der Arbeitsbienen (Schematisch u. E. Brandt).
a Schlundring im Kopfe, b Brustganglien, c Hinterleibsganglien.

Hemisphären trennt, entspringen die drei Nerven für die einfachen Augen (nervi ocellaris). In der oberen hinteren Fläche einer jeden Hemisphäre ist ein sogenannter gestielter Körper, corpus pedunculus, eingefenkt. Von ihm ragen zwei nebeneinanderliegende, hufeisenförmige, mit der Öffnung nach hinten, am Hinterrand der Hemisphäre nebeneinanderliegende Erhöhungen, die sogenannten Gehirnwindungen vor. Beide sitzen einer gemeinsamen Platte auf und diese wieder einem Stiele. Der Stiel wieder gabelt sich nach unten in zwei kurze Fortsätze. Diese stecken jederseits in einer von einem Wulste umgebenen kreisförmigen Vertiefung, der Hemisphäre. An den Seiten des Ringes entspringt jederseits ein Nerv, der zu der gleichliegenden Seite der Oberlippe geht, der Oberlippennerv, nervus labralis. Vom unteren Schlundganglion gehen jederseits drei Nerven ab. Der innerste geht zur gleichseitigen Unterlippenhälfte, der Unterlippennerv, nervus labius, der mittlere geht zum gleichseitigen Unterkiefer, der Unterkiefernerb, nervus maxillaris, und der äußerste geht zum gleichseitigen Oberkiefer, der Oberkiefernerb, nervus mandibularis.

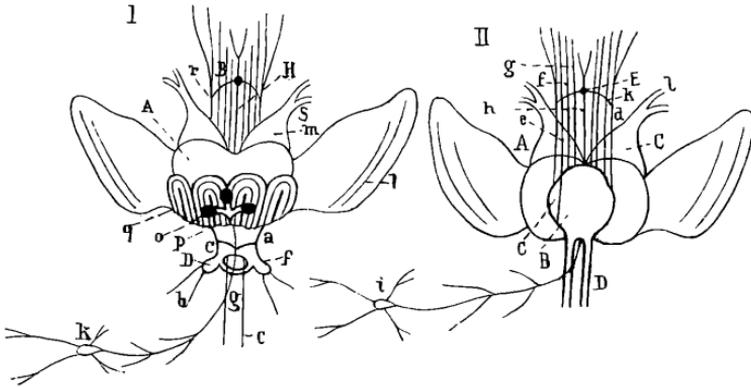
Von der an der Bauchseite des Körpers liegenden Ganglienkette liegen zwei Ganglien in der Brust und fünf im Hinterleib. Das vordere Brustganglion ist klein; es versieht den ersten Brustring und die Vorderbeine mit Nerven. Das hintere Brustganglion ist das größte der ganzen Kette; es versorgt den 2. und 3. Brustring, das 2. und 3. Beinpaar, die Flügel und den ersten Hinterleibsring mit Nerven. Die Hinterleibsganglien versorgen den Hinterleib, mit Ausnahme des ersten Ringes, mit Nerven.

Der obere Schlundknoten ist ein psychisches Zentrum; er ist der Sitz des Willens und dient zur Bestimmung der Ortsbewegung. Seine Ausbildung (gestielte Körper mit Gehirnwindungen) hängt mit der Intelligenz innig zusammen. Die Arbeitsbiene hat die ausgebildetsten Gehirnwindungen, dann kommt die Königin und zuletzt kommt die Drohne.

Das sympathische Nervensystem, Fig. 44, ist im Kopfe, in der Brust und im Hinterleibe vorhanden; überall ist es mit dem daselbst befindlichen animalen Nervensystem verbunden. Im Kopfe besteht es aus zwei von einander gesonderten Teilen. Ein Teil liegt vor dem Schlundringe, der zweite hinter demselben. Der vordere Teil besteht aus einem in

der Mittellinie des Kopfes liegenden Ganglion, dem Stirnganglion (ganglion frontale); es ist jederseits durch einen bogenförmigen Nerven mit dem gleichseitigen Oberlippenerven verbunden. Vom Stirnganglion geht ein Nerv, der rücklaufende Nerv (nervus recurrens), in der Mittellinie des Körpers nach rückwärts, durch die Höhlung des Schlundringes hindurch und endet hinter dem Schlundringe in einem Ganglion, dem ganglion ventriculare. Der hintere Teil des sympathischen Kopf-Nervensystems besteht aus jederseits zwei eng aneinanderliegenden und miteinander verbundenen

Fig. 44.



Schlundring von oben.

A Hemisphäre, B Stirnganglion, H rücklaufender Nerv, m Fühlerlappen, S Fühlernerve, r Oberlippenerv, l Augenlappen, q Gehirnwindungen, o einfache Augen, p Nerven derselben, C Gefäßganglion, D Tracheenganglion, b, c abgehende Nerven, f Verbindung des Gefäßganglions mit dem Tracheenganglion, g Verbindung dieser Verbindungen, a Verbindung des Gefäßganglion, mit dem Schlundring, K Ganglion ventriculare.

Nach E. Brandt.

Schlundring von unten.

A Hemisphäre, a Schlappen, c Fühlerlappen l Fühlernerve, d Oberlippenerv, k Verbindung desselben mit dem Stirnganglion, E, h rücklaufender Nerv mit dem Ganglion ventriculare, i, D Verbindung des Schlundringes mit den Brustganglion, C Seiten des Schlundringes, g Unterlippenerv, o Oberkiefernerve, f Unterkiefernerve.

Nach E. Brandt.

Ganglien, von denen das vordere das Herz, Gefäßganglion, das hintere aber die Tracheen, Tracheenganglion, mit Nerven versorgt. Die beiden Gefäßganglien sind durch einen sehr kurzen Nerven mit einander verbunden. Von jedem geht auch ein kurzer Nervenstrang zum Schlundring. Die das Gefäßganglion mit dem Tracheenganglion verbindenden kurzen Nerven sind untereinander durch einen Nervenbogen verbunden. Das sympathische Nervensystem der Brust besteht aus einem aus der Mitte des großen Brustganglions, mit kurzem Stiele entspringenden kleinem Ganglion. Das sympathische Nervensystem des Hinterleibes besteht aus Ganglien, welche sowohl aus der vorderen Mitte

und aus solchen, welche an jeder Seite eines jeden Bauchganglions entspringen. Fig. 40.

Die Zustände des Nervensystems eines Individuums müssen nicht nur im Körper selbst ausgewertet werden. Für Tiere, welche in großen Gesellschaften leben, kann der Erregungszustand, in dem sich ein Individuum befindet, für die Gesamtheit von großem Werte werden. Wird eine Biene durch einen Feind erregt, so kann diese Erregung, wenn sie allen bekannt wird, von großem Nutzen sein. Der Feind kann ja, wenn nicht rechtzeitig Vorsorge getroffen wird, den ganzen Staat gefährden. Gibt also die betreffende Biene ihre Erregung allen bekannt, so kann Abhilfe getroffen werden.

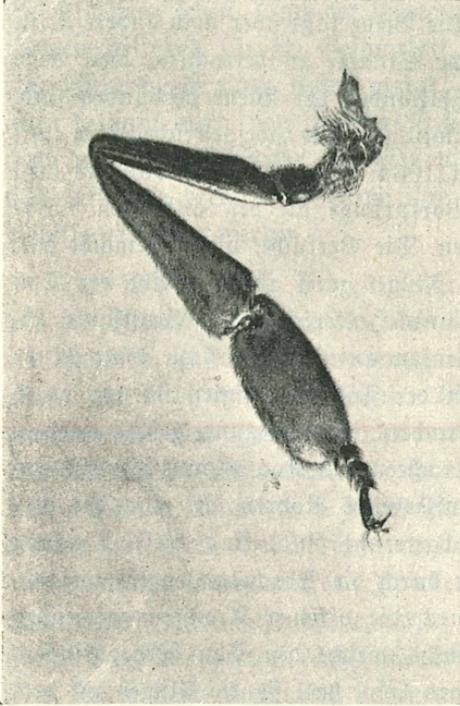
Es ist begreiflich, daß ein so großer und wohlorganisierter Staat, wie der Bienenstaat einer ist, ohne irgend eine Art der Mitteilungen von inneren Zuständen der einzelnen Mitglieder desselben untereinander gar nicht existieren könnte. Diese Mitteilungen können auf die verschiedenste Art hervorgebracht werden. Eine Biene kann sich einer anderen verständlich machen: 1. indem sie durch Berührung auf ihren Tastsinn wirkt, 2. indem sie durch Bewegungen ihres Körpers oder ihrer Glieder auf ihren Gesichtssinn wirkt oder 3. indem sie Töne erzeugt, welche auf ihr Gehör wirken. In allen diesen Fällen handelt es sich um Bewegungen und diese Bewegungen nennt man, weil sie innere Zustände einer Biene zum Ausdruck bringen, *Ausdrucksbewegungen*. Diese Bewegungsarten haben nur dann eine Bedeutung, wenn mit jeder bestimmten Ausdrucksbewegung immer ein bestimmter innerer Zustand zum Ausdruck gebracht wird. Oft sind mit einem bestimmten inneren Zustande zwei, oft auch alle drei der genannten Ausdrucksbewegungen verbunden. Einige Beispiele sollen dies zeigen. Nähert sich ein gefahrdrohender Gegenstand dem Stocke, so stoßen einige am Flugloche sitzende Bienen ein kurzes, gedehntes Zi! Zi! aus, während sie zugleich einen kleinen Sprung gegen das Flugloch machen. Dies ist ein Warnungssignal (von Verlepsch). Begegnen sich zwei kriechende Bienen, so berühren sie einander mit den Fühlern. Das Brausen, Tüten, Quacken u. ist allen Bienenzüchtern bekannt.

Die interessantesten Ausdrucksbewegungen sind die, welche einen Ton hervorbringen. Daß die Bienen Töne hervorbringen, haben wir soeben gehört. Womit die Biene diese Töne hervorbringt, war Gegen-

stand des Streitens. H. Landois hat diesen Gegenstand eingehend studiert. Er findet, daß die Honigbiene zweierlei Lautäußerungen hervorbringt. Wenn sie von Blüte zu Blüte fliegt, hört man das eingestrichene *c* mit 435 oder das eingestrichene *gis* mit 408 Schwingungen per Sekunde. Dieser Ton wird durch die gleiche Zahl der Flügelschläge hervorgebracht; das ist zweifellos. Die Biene läßt aber noch andere Töne hören, und diese sind als eigentliche Stimme zu betrachten, weil diese Lautäußerungen mit den inneren Zuständen der Biene verbunden sind. Die Töne dieser Stimme liegen zwischen dem zweigestrichenen *a* mit 870 und dem dreigestrichenen *c* mit 1034 Schwingungen. Landois läßt die Stimme durch die häutigen Vorsprünge an den äußersten Öffnungen der Stigmenränder entstehen. Die Versuche, die er gemacht hat, sind richtig: 1. Schneidet man die Flügel ganz ab, so bleibt der Ton bestehen. 2. Schneidet man Kopf und Hinterleib vom Bruststücke ab, so tönt nur mehr die Brust. Da die genannten Vorsprünge keine Muskeln haben, wie es bei den Flügeln der Fall ist, können sie nur durch die durchgepreßte Luft aus den Tracheen in Bewegung gesetzt werden. Wie wir gesehen haben, sind die Tracheen des Kopfes und Hinterleibes mit denen der Brust durch kommunizierende Röhren mit einander verbunden. Wenn nun diese Teile abgetrennt sind, sind diese Tracheen offen, es kann die Luft nicht mehr durch die Tracheen gepreßt werden, weil sie beim Zusammenpressen durch die offenen Tracheen entweichen wird. Diese Ränder sind es also nicht, welche den Ton hervorbringen. Wenn die Biene ihre Stimme ertönen läßt, hält sie die Flügel auf dem Rücken liegend. Mit einer starken Lupe sieht man, daß bei den Tönen die Flügel schwingen. Hält man die Flügelspitzen mit der Pinzette, so bleibt der Ton bestehen. Dabei sieht man den Flügelgrund schwingen. Schneidet man die Flügel ab, so sieht man die Stummeln schwingen und hört den Ton. Reißt man jedoch die Vorderflügel mit ihrer Wurzel (!) heraus (es geht dies bei der Biene sehr schwer, bei der Hummel aber leichter), so hört jede Lautäußerung auf. Die Stimmtöne der Biene entstehen also durch Schwingen des Flügelgrundes. Hält man eine Biene in der geschlossenen Hohlhand oder drückt man während des Tönens den Kopf gegen die Brust, so entsteht eine dem Quacken ähnliche Stimme. Von einer Biene oder Hummel, der ich die beiden Flügel mit der Wurzel herausgerissen, hörte ich nie eine Stimme.

IX. Die Reproduktion.

Die Arbeitsbiene, von der wir bisher gesprochen haben, ist unter normalen Verhältnissen nicht dazu bestimmt, der Vermehrung zu dienen, sie ist, wie wir sehen werden, nur ein verkümmertes Weibchen. Zur Vermehrung dienen die Drohnen und die Königinnen. Ehe wir also uns mit der Reproduktion und der dazu dienenden Organe beschäftigen, wollen wir die Unterschiede derselben von den Arbeitsbienen und ihre eigenen Verschiedenheiten abzüglich der Geschlechtsorgane betrachten.



Photographie von L. Arnhart und Dr. R. Giecke.
Fig. 45. Hinterbein der Drohne von außen.

Die Drohnen (Taf. 1, Fig. 1 und 2) sind plumper und größer als die Arbeitsbienen, sie sind auch viel dichter und länger behaart. Ihr Kopf ist rund, die Fühlergeißel ist zwölfgliedrig und länger als die der Arbeitsbienen. Die Geruchs- und Gehörorgane sind auf denselben weit zahlreicher,

als bei der Königin und Arbeitsbiene. Die zusammengesetzten Augen sind so groß, daß sie oben am Scheitel zusammenstoßen. Dadurch werden die Nebenaugen ganz nach vorne gedrückt; sie sind alle von vorne sichtbar. Nicht nur größer sind die Augen, sie enthalten auch mehr Facetten. Die Oberkiefer sind verkümmert, der Rüssel ist verkürzt. Die Flügel sind sehr lang; sie reichen bis über die Hinterleibsspitze hinaus, während sie bei den Arbeitsbienen vor der Hinterleibsspitze enden. Der Hinterleib ist hinten abgerundet, der After liegt unten. Der Stachel fehlt. Auch das Körbchen fehlt ihr; die Schienen der Hinterbeine sind außen gewölbt und ganz gleichmäßig behaart; ihr unteres Ende ist abgerundet. Fig. 45.

Das Dehrchen und die Wachszone fehlt; ebenso fehlen die Wachszone an den Sterniten des Hinterleibes. Am Hinterleibe zählt man außen sieben Tergiten und nur sechs Sterniten bis zur Geschlechts- und Afteröffnung.

Was die inneren Organe betrifft, so ist zu bemerken, daß die Drohne nur vier Hinterleibsganglien hat. Es fehlt ihr die Schlundspeicheldrüse, die Kopfzungenspeicheldrüse ist verkümmert. Die Brustzungenspeicheldrüse ist kleiner. Die Oberkieferspeicheldrüse ist fast ganz verkümmert.

Aus dem ganzen sieht man, daß die Drohne die Sinne für die Ferne, Augen, Gehör und Geruch sehr entwickelt hat; sie ist ein ausgezeichnete Flieger, sie kann aber keinen Pollen sammeln, kein Wachs und keinen Futtersaft bereiten.

Die Königin (Taf. 1, Fig. 3 und 4) ist bezüglich der äußeren Gestalt und auch in Bezug auf die inneren Organe der Arbeitsbiene viel ähnlicher. Beide stammen aus derselben Larve. Die Arbeitsbiene ist aber eine in der Entwicklung zurückgebliebene Königin. Der Kopf der Königin ist viereckig. Fig. 46. Die drei einfachen Augen sind zwar oben, aber von vorne alle drei sichtbar. Zusammengesetzte Augen und Fühler wie bei der Arbeitsbiene. Oberkiefer sehr stark entwickelt. Die Höhlung derselben ist sehr schwach. An der oberen Ecke derselben steht ein großer Zahn, ihr Vorderrand ist scharf. Küssel länger als bei der Drohne, aber kürzer als bei der Arbeitsbiene. Flügel wie bei der Arbeitsbiene. Körbchen fehlt. Die Hinterschenkel sind lang, außen eben, gelblich, gleichmäßig behaart; ihr Unterrand ist gerade. Fig. 47. Wachszone und Dehrchen fehlen. Hinterleib wie bei der Arbeitsbiene. Stachel vorhanden, aber nach abwärts gekrümmt. Wachszone fehlen. Bezüglich der inneren Organe ist zu bemerken, daß vier Hinterleibsganglien vorhanden sind, daß die Giftdrüse am Ende tief zweispaltig ist, die Schlundspeicheldrüse fehlt, die Kopfzungenspeicheldrüse ist stärker entwickelt, wie bei der Arbeitsbiene, die Brustzungenspeicheldrüse ist wie bei der Arbeitsbiene, die Oberkieferspeicheldrüse ist aber enorm entwickelt.

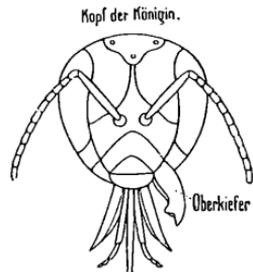


Fig. 46. Kopf der Königin. Schema Original.

Man sieht, daß die Königin in ausgezeichnete Weise Wachs zerschneiden kann. Sie braucht diese Fähigkeit zum raschen Aufschneiden



Photographie von L. Arnhart und Dr. H. Hiecke.
Fig. 47. Hinterbein der Königin von außen.

ihrer dicken Weiselwiege. Interessant ist hierbei, daß sie dies in ihrem Leben nur ein einzigesmal tut, daß sie dann die Oberkiefer fast nicht mehr braucht und daß die Natur sie für dieses einzigemal in so passender Weise ausgerüstet hat. Die Königin kann keinen Pollen sammeln, sie kann auch kein Wachs und keinen Futtersaft bereiten.

So, nun zur Reproduktion selbst. Die Teilung der Moneren haben wir gesehen. Das Muttertier löste sich in den gleich großen Tochterzellen vollständig auf. Hier gibt es also keinen physiologischen, nur einen gewaltsamen Tod. Bei der Germhefe, einem einzelligen Pilze, geschieht die Reproduktion etwas anders. An einem

Ende entsteht ein kleiner, kugelförmiger Auswuchs, der sich ablöst und zum neuen Pilze wird. Der Vorgang kann sich bei demselben Tier wiederholen. Hier tritt physiologischer Tod ein. Während man den ersten Vorgang Teilung nennt, nennt man den zweiten Sprossung.

Eine höhere Stufe der Reproduktion besteht darin, daß sich die Tochterzellen zweier Individuen mit einander vereinigen und daß erst dann eine Reproduktion stattfindet. Während man die letztere Fortpflanzung eine geschlechtliche nennt, heißt die früher beschriebene ungeschlechtliche.

Bei einem Zellstaate wird die Reproduktion durch eigene Zellen oder durch eigene Organe besorgt, durch die Geschlechtszellen oder Geschlechtsorgane. Dieselben stoßen nämlich Zellen ab, die sich

vereinigen. Diese Vereinigung kann selbstverständlich nur durch Bewegung stattfinden. Wenn beide Zellen sich bewegen, ist die Vereinigung viel schwerer, als wenn eine ruhend, die andere in Bewegung ist. In der That ist immer eine Zelle ruhig, sie heißt die *Eizelle*, die andere beweglich, sie heißt *Samenzelle*. Das Tier, welches Eizellen erzeugt, heißt *Weibchen* und wird mit ♀ bezeichnet. Das Tier, welches Samen erzeugt, heißt *Männchen* und wird mit ♂ bezeichnet. Die Vereinigung beider Zellen heißt *Befruchtung*.

Bei Tieren, welche im Wasser leben, ist die Sache einfach. Eier und Samen sind im Wasser; die Samen bewegen sich frei so lange, bis sie ein Ei finden. Damit dies ja in einigen Fällen möglich ist, werden enorme Mengen beider erzeugt. Tiere, welche sonst in der Luft leben, legen oft ihre Eier und Samen ins Wasser, wie z. B. die Frösche. Bleiben sie aber immer an der Luft, so müssen in ihren Körpern Höhlungen geschaffen werden, in denen die Befruchtung stattfindet. Die Befruchtungshöhle besitzt das Weibchen. Das Männchen gibt seinen Samen hinein. Diese Vereinigung beider Geschlechter, um Samen und Eier in eine Höhlung zu bringen, heißt *Begattung*. Nach einer Begattung muß nicht immer eine Befruchtung stattfinden. Es kann ja z. B. sein, daß Samen oder Ei nicht in Ordnung ist. Man muß also beide Vorgänge von einander gut unterscheiden. Die Begattungshöhle heißt *Scheide*. Meist haben die Männchen ein eigenes Organ, um den Samen in die Scheide zu bringen. Sofern dieses Organ ein Teil des Geschlechtsapparats selbst ist, heißt es *Rute* oder *penis*. Die die Geschlechtsprodukte, den Samen und die Eier erzeugenden Organe liegen meist von der Rute und von der Scheide entfernt. Sie sind mit ihnen durch *Röhren*, die *Leiter*, verbunden. Das eierzeugende Organ heißt *Eierstock*, das den Samen erzeugende Organ heißt *Hoden*. Die Geschlechtsorgane der Drohne und Königin sind dementsprechend gebaut und bestehen also aus drei Teilen: 1. Dem Eierstock oder Hoden, 2. den Leitern und 3. der Scheide oder dem Penis.

Betrachten wir zunächst die weiblichen Geschlechtsorgane, Fig. 48 und Taf. 4, Fig. 2, und Taf. 3, Fig. 2. Die Eierstöcke sind paarig, sie liegen oben und vorne unter dem zweiten und dritten Tergiten in der Leibeshöhle. Jeder Eierstock ist eiförmig. Jeder Eierstock enthält ungefähr 200 Röhren, in denen die Eier erzeugt werden, *Eiröhren*. Die Eiröhre wird gegen den

Kopf zu spitz, sie hat etwa ein Duzend hintereinander liegende Einschnürungen. Der Raum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Einschnürungen heißt *E i k a m m e r*. Die Eieröhre beginnt mit einem Faden, dem *E n d f a d e n*. In den Eikammern liegen die *E i k e i m e*. In den Einschnürungen liegen Zellen, die Nährzellen. Je näher die Eier dem hinteren Ende der Eieröhren zu liegen, desto größer und entwickelter sind sie. In der Mitte der Nährzellen ist ein *f i b r i l l ä r e r, p r o t o p l a s m a t i s c h e r* Raum. Die Eikeime sind mit diesem Raume durch *S t r ä n g e* verbunden. Sämtliche Eieröhren einer Seite münden in einen Kanal, dem *p a a r i g e n E i l e i t e r*. Die beiden paarigen Eileiter vereinigen sich zu noch einer dickeren Röhre, welche sich nach hinten zu kegelförmig ausweitet. Ihr vorderer kurzer dünner Teil heißt *u n p a a r i g e r* oder *g e m e i n s c h a f t l i c h e r E i g a n g*, ihr weiter, hinterer ist die *S c h e i d e*. Die Scheide hat in ihrer hinteren Hälfte zwei seitliche Ausweitungen, welche so lang sind, als die halbe Scheide; es sind dies

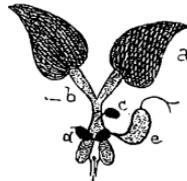


Fig. 48. Weibliche Geschlechtsorgane (schematisch nach den von Lacher'schen Bienen tafeln). a Eierstod, b paariger Eiergang, c unpaarer Eiergang mit Receptakulum, d bursae copulatrix, e Giftblase. die *B e g a t t u n g s t a s c h e n*, bursae copulatrix. Oben auf der Scheide liegt eine kugelige Blase, die *S a m e n t a s c h e*, receptaculum seminis. Ihre Wand ist von den vielen Tracheen, die sich daran heften, netzförmig. Die Blase ist durch eine kurze Röhre, dem *S a m e n t a s c h e n k a n a l*, mit der Scheide verbunden. Dort, wo dieser Kanal in die Samentasche mündet, münden auch zwei *D r ü s e n s c h l ä u c h e*, die *A n h a n g s d r ü s e n*, welche an der Samentasche in entgegengesetzter Richtung aufliegen. *C h e s h i r e* gibt in seinem Werke: „Bees a. Beekeeping“, London 1886, die nebenstehende Abbildung, Fig. 49, der Anhangsdrüsen und ihres Zusammenhanges mit dem Receptakulum. Die Drüse ist in dieser Abbildung vom Receptakulum, mit dem sie durch ein dichtes Tracheennetz verfilzt ist, losgelöst, a, b. Sie besteht aus kernhaltigem Drüsenepithel, welches in einer Schichte den *D r ü s e n a u s f ü h r u n g s k a n a l* t umgibt. Von jeder Zelle führt ein kleines *Z e l l a u s f ü h r u n g s k a n ä l c h e n* in den ersteren. Die Drüsen-

ausführungskanäle erweitern sich gegen ihre Mündung zu und vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen Drüsenausführungskanal, der in den Samentaschenkanal *c* mündet. Der Samentaschenkanal ist steif und leicht geringelt. Vor seiner Vereinigung mit dem gemeinsamen Drüsenausführungskanal knickt er rechtwinklig so um, daß das Knie fast auf den ersteren zu liegen kommt. Sowohl der gemeinsame Drüsenmündungskanal, wie der unterhalb der Vereinigungsstelle des Samentaschenkanals mit dem gemeinschaftlichen Drüsenausführungskanal gelegene Teil des ersteren, hat einen Schließmuskel *e*, *f*. Beide Muskeln sind durch eine keilförmige Scheibe von einander ge-

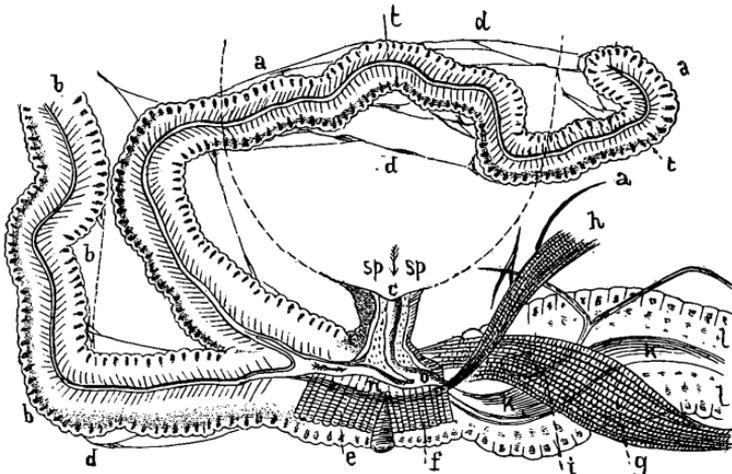


Fig. 49. Receptakulum samt Anhangsdrüsen. Nach Cheshire.

s, *p* Receptakulum, *a*, *b* Anhangsdrüsen, *t* Kanal derselben, *d* Nervenfasern, *c*, *o*, *k* Samentaschenkanal, *n* Chitinplatte, *e* Drüsenschließmuskel, *f* Samentaschenkanalschließmuskel, *l* Cheshiresdrüse, *g*, *h* Muskeln, *i* Ganglion.

trennt, so daß sie miteinander einen Winkel von 30—60° bilden. Zwischen dem Samentaschenkanal und seinem Schließmuskel *f* liegt eine Chitinplatte *n*. Durch diesen Muskel *f* und durch einen zweiten Muskel *h*, welcher von der Vereinigungsstelle der beiden Drüsenausführungskanäle in einem Bogen nach abwärts und dann wieder hoch nach aufwärts geht, wird während der Ruhe die Chitinplatte angedrückt erhalten; sie schließt wie der Drüsenschließmuskel *e* die zwischen ihm liegende Röhre ab. Bei der Befruchtung wird durch Zusammenziehung des Muskels *g*, welcher an der Oberseite des Samentaschenkanals, gleich nach der Mündung des gemeinsamen Drüsenmündungskanals, in die hier erweiterte

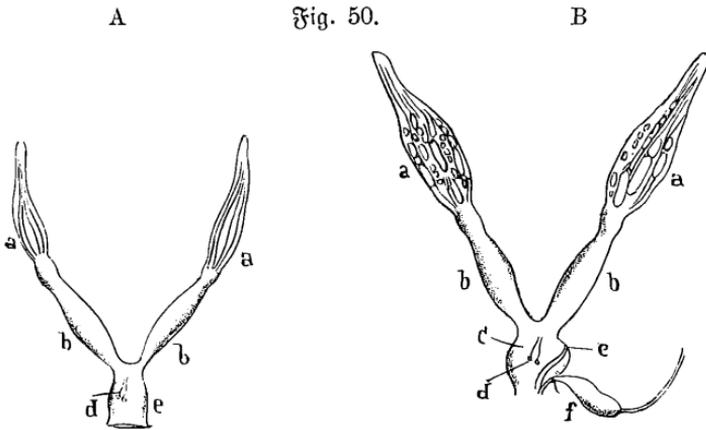
Samentaschenröhre abgeht, gehoben. In die dadurch entstehende Höhlung bringt das Sperma ein. Die in diesem Augenblicke schlaffen Schließmuskeln lassen das Drüsensekret durch und dieses führt sie ihrer Bestimmung zu. Durch die nun erfolgende Zusammenziehung zuerst des *Drüsen-schließmuskels* und dann des *Rezeptakulum-schließmuskels* mit seinem Unterstücker *h* wird Sekret und Sperma weiter hinabgeschoben. Um den nun folgenden Teil des Samentaschenkanals liegt ein wieder von *Cheeshire* entdecktes Drüsenepithel; es liefert beim Durchtritt des Samens Sekret, welches das ursprüngliche vermehrt und das Sperma wieder weiter befördert. In diesem letzteren Kanal ist eine feine, merkwürdig zusammengerollte Haut. In die Scheide eingetreten, gabelt er sich in einen weiten, sich schnell mit dem *unteren Eigange* vereinigenden Arm und in einen Arm, der in einen in der Mitte der Scheide gelegenen, seltsam gefalteten Apparat, welchen *Cheeshire* die *befruchtende Tasche* nennt, mündet. An der oberen Hinterwand der Scheide setzt sich der Stachelapparat mit seinen zwei Drüsen an.

Die reifen Eier sammeln sich zu einigen in den paarigen Eileitern und werden nach Bedarf durch die Scheide, in welcher sie befruchtet werden können, gelegt. In der Stachelhöhle, die ja, wie wir wissen, sehr weit ist, bildet der nach abwärts gekrümmte Stachelborstenführer mit den seitlich unter ihm liegenden Tastern eine Rinne, welche dem Ei die Führung gibt. Normale Verhältnisse im Stocke vorausgesetzt, werden die Eier nur von der Königin gelegt. Ehe sie das Ei in eine Zelle legt, wird diese zuerst mit den Fühlern untersucht, ob sie leer und ob sie fertig hergerichtet ist. Ist dies der Fall, so geht sie etwas weiter, hebt den ganzen Körper in die Höhe, wobei die langen Hinterschienen in Funktion treten, steckt die Hinterleibsspiße tief in die Zelle und legt das Ei in die Bodenmitte.

Das Ei ist weißlich, birnförmig, länger als breit und ein wenig gekrümmt. Das dünne Ende ist am Boden der Zelle, das breite oben. Die Teile der Eier von außen nach innen sind: 1. Die *Klebhülle*; sie ist eine unorganisierte Hülle, eine eiweißartige Substanz, welche namentlich am unteren Ende, welches dem Zellboden aufliegt, sehr dick und an der Spitze fast ganz fehlt; sie bezweckt, das Ei an den Boden der Zelle anzuheften. 2. Die *Eischale* oder das *Chorion*, sie ist dünn und besteht aus einer Schichte schöner, regelmäßiger, sechseckiger Zellen. 3. Die *Dotterhaut* ist ebenfalls sehr dünn. In der Dotter-

haut liegt der aus eigenartig geformten Kugeln bestehende *Dotter*. Das freie obere Ende des Eies enthält eine Öffnung für die Aufnahme des Samens, die sogenannte *Mikropyle*. Am oberen Ende des Eies entwickelt sich der Kopf, am unteren der Hinterleib. Die erhabene Seitenlängskrümmung wird die Bauchseite, die entgegengesetzte hohle der Rücken der Biene.

Die Geschlechtsorgane der Arbeitsbiene, Fig. 50, sind verkümmert: Man findet an ihnen Eierstöcke, paarige und den unpaaren Eileiter, Scheide und receptaculum. Jeder Eierstock enthält aber nur 2 bis 12 kurze Eiröhren, ohne Ei und Eikeime; es sind einfache Röhren, die ganz gleichmäßig mit kleinen Bläschen gefüllt sind. So sehen die Eiröhren der Königin im Puppenstadium aus. Man sieht also, die Ei-



A

Fig. 50.

B

Geschlechtsorgan einer nichteierlegenden Arbeitsbiene. Geschlechtsorgan der eierlegenden Arbeitsbiene. a Eierstock, b unpaariger Eigang, c Scheide, d Receptaculum, e kleine Giftdrüse, f Giftblase mit großer Giftdrüse. (Nach Leuckart.)

röhren der Arbeitsbiene stehen in einem unentwickelten Stadium. Am meisten verkümmert dürfte wohl das receptaculum sein; es ist kaum als solches erkenntlich. Der Scheide fehlen die Begattungstaschen; der unpaare Eileiter ist von der Scheide kaum unterscheidbar. So steht es mit den Geschlechtsorganen der meisten Arbeitsbienen. Geht aber die Königin eines Stockes zugrunde und ist kein Ersatz dafür da, so nähren sich einzelne Arbeitsbienen besser, die Eiröhren fangen sich an zu entwickeln, der ganze Geschlechtsapparat wird etwas größer, die Arbeitsbiene legt Eier. Der ganze Geschlechtsapparat bleibt aber, namentlich was das receptaculum betrifft, weit hinter dem der Königin zurück. Die Arbeitsbiene legt auch die Eier nicht in die Mitte des Zellbodens,

sondern, weil ihr Stachel nicht gekrümmt ist, mehr an die Seiten. Auch legt sie, dieses Geschäftes unkundig, meist mehrere Eier in eine Zelle.

Wenden wir uns nun dem Geschlechtsorgane der Drohne, Fig. 51, und Taf. III, Fig. 1, und Taf. IV, Fig. 1, zu. Die Hoden liegen im Hinterleibe der Drohne ziemlich genau an derselben Stelle wie die Eierstöcke. Sie sind bohnenförmig, kleiner als die Eierstöcke und bestehen wie diese aus einer großen Anzahl, bei 200, parallel liegenden feinen Röhren, den Samenröhren. Die Zellen dieser Röhren erzeugen den Samen. Sämtliche Kanäle münden gemeinsam in eine kleine Höhle, an die sich jederseits ein Samenleiter, die paarigen Samenleiter, Ductus ejaculatorius, anhängen. Diese sind lang, ihre obere Hälfte ist dünn, die untere erweitert sich. Ehe sich die paarigen Samenleiter vereinigen,

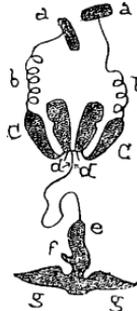


Fig. 51. Männliche Geschlechtsorgane (schematisch nach den von Lachert'schen Vientafeln). a Hoden, b paariger Samengang, c Erweiterung desselben, d Rittdrüsen, e unpaariger Samengang, f Anhangsdrüse, g große Luftsäde.

geht jeder durch eine unmittelbar vor der Vereinigungsstelle liegende große, bohnenförmige, weiße Drüse, den sogenannten *Blindsack*. Von der Vereinigungsstelle an führt ein langes, gewundenes, gleichdickes Rohr, der unpaare oder gemeinschaftliche Samenleiter zur Rute.

Die allgemeinste Vorstellung, die man sich von der Rute machen kann, ist die eines eingestülpten Handschuhfingers, der an der Spitze eine Deffnung hat, die in diese Röhre (den gemeinschaftlichen Samenleiter nach dem Vergleiche) führt. Bei der Begattung wird die Rute ausgestülpt. Wäre der Samenleiter hierbei nicht sehr lang, so könnte dieses Ausstülpen entweder überhaupt nicht oder nur mit Zerreißung desselben stattfinden. Am Penis selbst kann man wieder drei Teile unterscheiden: einen oberen Teil, ein Mittelstück und ein Endstück. Der ge-

samte Penis ist innen mit einer Chitinhaut ausgekleidet. Der innerste oberste Teil der Rute ist eine bohnenförmige Erweiterung, die Peniszwiebel. An ihrer Innenwand liegen rückwärts zwei Paar hornige Platten in einer Querreihe. Die mittleren Platten liegen mit geraden Rändern in der Mittellinie eng aneinander; sie sind halbmondförmig und heißen halbmondförmige Platten. Die seitlichen sind kürzer, sie reichen vom Hinterrand der halbmondförmigen Platte kaum bis zu deren Mitte; sie sind dreieckig und heißen dreieckige Platten. Die dreieckigen Platten sind nur mit dem den halbmondförmigen Platten zugekehrtem Rande an der Innenhaut angewachsen; ihr übriger Teil springt in das Lumen der Peniszwiebel hinein vor. Der im Lumen liegende freie Rand derselben ist gesägt.

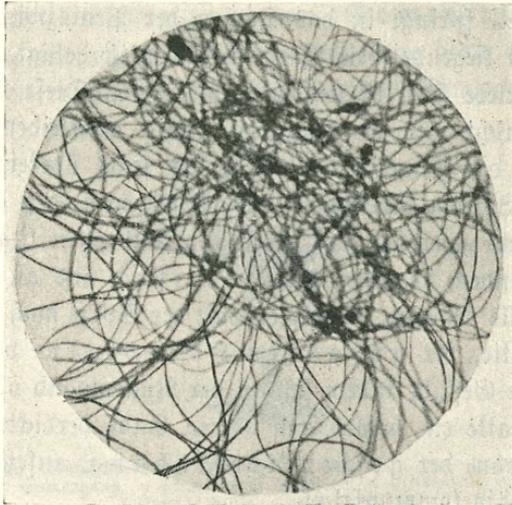
Der mittlere Teil ist wieder differenziert. Diese Differenzierung betrifft aber nicht nur die hier den Penis auskleidende Chitinhaut, welche sich an der Bauchseite zu vier bis sechs übereinanderliegenden braunen, mit Borsten bedeckten kurzen Querbögen, den Tuberkeln, und zu jederseits zwei bis drei neben den Tuberkeln liegenden unregelmäßig verlaufenden, braunen Längsleisten und an der Rückenseite zu einer ebenfalls braunen, behaarten, mit der Spitze nach vorne stehenden dreieckigen Platte, der unpaaren Hornplatte verdickt, sondern auch die äußere Gestalt, indem sich an der Rückenwand oberhalb der unpaaren Hornplatte ein hohles, am oberen Ende verdicktes und daselbst gefiedertes Organ, der gefiederte Anhang, ansetzt, dessen Höhle mit der des Penis kommuniziert.

Das Endstück des Penis ist das weiteste, müssen doch durch dasselbe beim Ausstülpen des Penis die übrigen Penissteile durchgetrieben werden. Auch er ist wieder differenziert. Seine ganze Bauchseite ist verdickt und behaart. Der vordere Teil der Bauchseite ist viereckig, braun und lang behaart, er heißt die Rutenplatte; der hintere, letzte Teil ist lichter und kurz behaart. An der Rückseite sitzen die Penisendteile, zwei Paar hohle Säcke, auf. Das vordere Paar ist lang und durch eine Querspalte zusammengeknickt; sie heißen die langen Hörnchen, Luftsäcke, pneumophyses. Das hintere Paar ist sehr kurz, nur höckerförmig; man kann sie die Lufthöcker nennen.

Drückt man den Hinterleib der Drohne in der Gegend der Geschlechtsöffnung etwas zusammen, so bemerkt man darin eine rote Platte; es ist das das Genitalfeld, welches aus der Verschmelzung des

7. und 8. Sterniten der Larve entstanden ist. Das Genitalschild hat an seinem Hinterrand vier Verdickungen. Die inneren sind die sogenannten Deckplatten, die äußeren sind die sogenannten Deckschuppen. Letztere haben vorne nach vorn gerichtete Stacheln. Deckschuppen und Deckplatten sind den Genitalanhängen der übrigen Hymenopteren gleichwertige Bildungen. Der siebente Tergit ist wieder mit Teilen des achten verbunden.

Der Penis setzt sich also nicht an den äußerlich sichtbaren sechsten Sterniten, sondern erst an das Genitalschild an.



Photographie von L. Arnhart und Dr. R. Siede.
Fig. 52. Samen der Drohne.

Auch bei der Drohne liegt der Mastdarm mit seiner Mündung ober dem Geschlechtsapparate, dem Penis. Der Samen der Drohne, Fig. 52, bildet lange, dünne Fäden, welche sich an einem Ende allmählich etwas verdicken; er sieht wie ein sehr langer Weistrich aus und hat eine ähnliche Wellenbewegung, wie die Schlange. Er sammelt sich zuerst in der kleinen Höhle am Ende der Samenröhrenmündungen, dann in den Erweiterungen der paarigen Samenleiter, zum Schlusse und zwar von beiden Hoden in der Peniszwiebel. Während seines Durchganges durch die Blindfäcke geht ein von diesen geliefertes Sekret mit, welches die gesamte Samenmasse in der Peniszwiebel zu einem die Gestalt ihres Hohlraumes annehmenden Masse, der sogenannten

S a m e n p a t r o n e (spermatophore), verkittet. Diese bleibt hier bis zur Begattung liegen.

Vergleicht man eine zur Begattung reife Königin mit einer ebenfalls begattungsreifen Drohne, so ist in den Entwicklungsstadien der Geschlechtsorgane beider ein auffallender Unterschied bemerkbar. Die Drohne hat ihr Geschlechtsprodukt, die Samen, zu einer Spermatophore vereinigt, in der Peniszwiebel liegen, die Hoden sind ganz zusammengefallen. Die Samenröhren derselben sind samenleer. Die Königin dagegen hat ihre Geschlechtsprodukte, die Eier, noch gar nicht entwickelt. Die Eierstöcke sind zwar auch klein, aber nur deshalb, weil sie ihre volle Entwicklung noch nicht erreicht haben. Dasselbe gilt von den Eiröhren. Eiröhren und Eierstöcke der Königin entwickeln sich zur vollen Reife erst nach der **B e f r u c h t u n g**, welcher natürlich eine Begattung vorausgegangen sein muß. Erst drei Tage nach der Befruchtung ist der Eierstock der Königin voll entwickelt und die Eierlage kann beginnen. Der Hinterleib wird sehr lang, dick und so schwer, daß sie damit nicht mehr fliegen kann. Die Eierlage hängt hauptsächlich von der Ernährung der Königin durch die Arbeitsbienen ab; wird sie gut gefüttert, legt sie viel, durchschnittlich bei 1200 Eier im Tage, wird sie schlecht gefüttert, wie im Herbst, hört das Eierlegen ganz auf.

Die Begattung der Königin geschieht im Fluge. Die Königin fliegt vom dritten Tage nach dem Verlassen der Zelle an täglich, aber nur an schönen, warmen Tagen, vor den Stock und betrachtet sich denselben fliegend von allen Seiten; sie will sich ein Flugbild desselben verschaffen, damit sie nach ihrem Hochzeitsfluge zurückfindet. Hat sie dieses Flugbild, so macht sie, von einer Anzahl Drohnen verfolgt, ihren Hochzeitsflug. Ist ihr eine Drohne, welche ihr gefällt, an den Leib gerückt, so öffnet sie ihre Scheide, die Drohne fliegt ihr auf den Rücken, schleudert mit einer Explosion ihren Penis aus ihrer jetzt vorne an der Scheide liegenden Geschlechtsöffnung in jene — und stirbt. Man kann sich leicht davon überzeugen, daß die Drohne durch das Ausstülpen des Penis getötet wird. Zerdrückt man nämlich einer Drohne den Kopf, so tritt oft der Penis hervor, dann ist die ganze Drohne tot; tritt beim Kopfzerdrücken der Penis nicht hervor, so bleibt der übrige Drohnenkörper am Leben und zeigt noch Reflexbewegungen.

Durch die explosionsartige Ausstülpung und Eintreibung des Penis in die Scheide, wird die Samenpatrone in den oberen Teil der

Scheide geworfen. Damit die Samenpatrone nicht herausfällt, bleibt der unterste und mittlere Teil des Penis in der Scheide stecken. Die seitlichen Hörnchen desselben stülpen sich in die seitlichen Begattungsaschen hinein, die Haare, Schuppen und Vorsprünge sämtlicher Innenwandverdickung des Penis liegen jetzt außen an der Innenwand der Scheide. So lange der Penis eingestülpt war, waren sie alle mit ihren Spizen dem Kopfe der Drohne zu gerichtet, jetzt haben sie die entgegengesetzte Richtung und verhindern das Zurücktreten des Penis, das die Drohne überdies nicht leisten kann, weil sie bereits tot ist. *Leuckart* hat verhängte Paare untersucht und fand, daß die Peniszwiebel nicht mit umgestülpt war; sie bleibt im Endteil liegen. Auch in diesem Falle muß die dicke Peniszwiebel durch den dünneren Mittelteil des Penis hindurchgehen. Durch die hierbei entstehende Pressung werden die vorspringenden Ränder der dreieckigen Platten mit ihren Sägezähnen jedenfalls die Samenpatronen zerreißend und den Samen austreiben.

Der Königin ist die Drohne zur Last geworden, die sie im Fluge sehr behindert. Mit den Hinterbeinen stößt sie dieselbe ab, der Penis reißt ab, die Drohne fällt zur Erde. Gelingt der Königin das Abstoßen der Drohne nicht, so fällt sie damit zur Erde, sie kann jetzt leicht zugrunde gehen. Der Mittel- und Endteil des Penis bleibt aber trotz des kräftigen Abstoßens in der Scheide und verhindert das Ausfallen der Samenpatronen. Darin liegt eben die Hauptbedeutung der ihn festhaltenden Vorrichtungen. Nach dem Abstoßen des Drohnenkörpers fliegt die Königin heim. Aus ihrer Scheide hängt noch ein Stück des Drohnenpenis, das sogenannte *Begattungszeichen* der Bienenzüchter, heraus. Während sich sowohl die Königin als auch Arbeitsbienen bemühen, den steckenden Penis auszuziehen, was eine Weile dauert, zerfällt die Samenpatrone in der Scheide. Der Samen wird von der Samentasche aufgesaugt und füllt dieselbe.

Heslire glaubt, daß das Sperma nicht den Weg durch die befruchtende Tasche zum Rezeptakulum geht, da diese oben in der Scheide liegt und da der obere Teil der Scheide samt der Mündung der befruchtenden Tasche während der Begattung vom männlichen Gliede eingenommen wird. Der Same wird also in den unteren Teil der Scheide entleert und wird dann durch den dorthin mündenden weiten Gang des Samentaschenkanals durch diesen und in das Rezeptakulum aufsteigen. In der Tat fand *Leuckart* bei einer nach der Begattung frisch getöteten Königin den Samen in der Scheide.

Die Begattung der Königin findet in der Regel nur einmal statt. Hat die Begattung aus irgend einem Grunde nicht zur Aufnahme des Samens in die Samentasche geführt, so macht die Königin noch einen oder mehrere Begattungsausflüge. Nach dem Eintritte des Samens in die Samentasche wird die Königin besser genährt, Ciröhren und Eierstöcke beginnen sich, wie wir schon gehört, zur Reife zu entwickeln.

Der Same bleibt in der Begattungstasche jahrelang frisch und befruchtungsfähig. Passiert ein Ei die Scheide, so kann die Königin durch ihren Willen ein, oder selten zwei oder drei, ja sogar vier Samenfäden aus der Samentasche auslassen. Diese können in die Mikropyle eindringen und die Befruchtung des Eies bewirken.

Wie gesagt, die Königin kann, während ein Ei die Scheide passiert, den Samen aus der Samentasche willkürlich entlassen oder nicht. Für das Ei bleibt sich dies nicht gleich. Dzierzon war der erste, welcher vermutete, v. Siebold und Leukart haben es bewiesen, daß aus Eiern, in die kein Same eintritt, die also unbefruchtet sind, nur Drohnen, also männliche Wesen, während aus Eiern, in die Samen eindringt, die also befruchtet sind, Arbeitsbienen oder Königinnen, also weibliche Wesen entstehen. Die Entwicklung von Lebewesen aus unbefruchteten Eiern von Tieren, welche Männchen und Weibchen besitzen, welche also geschlechtlich differenziert sind, nennt man Jungferzeugung oder Parthenogenese. Die Parthenogenese der Biene ist deshalb interessant, weil aus den unbefruchteten Eiern nur Männchen entstehen, während bei der Parthenogenese z. B. des Seidenspinners aus den unbefruchteten Eiern Männchen und Weibchen entstehen.

Eigentlich ist die Parthenogenese eine Vermengung der geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fortpflanzung.

Nach Heshire gehen die zu befruchtenden und nicht zu befruchtenden Eier andere Wege. Jeder unpaare Eileiter, Fig. 53, ist in einen inneren und äußeren Kanal geteilt. Die inneren Kanäle vereinigen sich und führen in die oben liegende befruchtende Tasche. Die äußeren Kanäle vereinigen sich ebenfalls und führen in die untere Scheide. Zwei Muskeln, welche am vordersten Teil der Scheide liegen, können den gemeinsamen inneren Kanal, der in die befruchtende Tasche führt, schließen. Will die Biene also Drohneier legen, so schließt sie diesen Kanal, die Eier gehen unbefruchtet durch die untere Scheide. Läßt sie diesen Kanal offen, so gehen die Eier in die befruchtende

Tasche, kommen hier mit dem Samen, der durch den Samentaschenkanal hieher führt, zusammen, werden also befruchtet und gehen dann ab.

Eine Königin, welche nur unbefruchtete Eier legen kann, also nur Drohnenbrut hervorbringt, wird *drohnenbrütig* genannt. Bei dieser muß man zunächst zwei Fälle unterscheiden, entweder ist überhaupt kein Samen im receptaculum vorhanden, *samenlose Drohnenbrütigkeit*, oder es ist Samen darin, *samenhältige Drohnenbrütigkeit*. Die samenlose Drohnenbrütigkeit kann entstanden

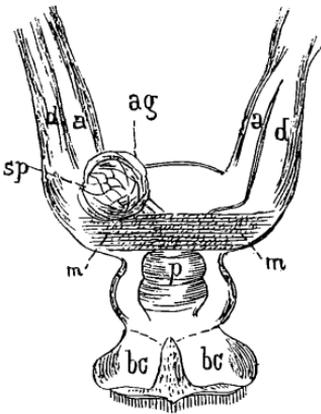


Fig. 53. Untere Teil des Geschlechtsapparats einer Königin.

bc bursae copulatrix, sp receptaculum. ag Anhangsdrüsen, p befruchtende Tasche, a innere Kanäle für die zu befruchtenden Eier, d äußere Kanäle, sie führen in die untere Scheide, m Muskel, welcher bei seiner Kontraktion den gemeinsamen inneren Kanal schließt. Nach Geshire.

sein: 1. durch Nichtbegattung; 2. durch Fehlschlagen der Begattung, die Spermatorrhoe kam nicht in die Scheide, sie wurde verloren, oder der Same wurde nicht aufgenommen; 3. der Samen ging dem Receptakulum aus, entweder durch Lähmung des Receptakulumschließmuskels, oder, wie es im Alter der Königin vorkommen mag, durch Verbrauch. Die samenhältige Drohnenbrütigkeit kann: 1. durch Lähmung des Samens, 2. durch Lähmung des Receptakulumöffnermuskels, 3. durch Lähmung des Nerven oder 4. des Ganglions dieses Muskels und 5. durch Verstopfung des Ganges, der das Receptakulum mit der Scheide verbindet, hervorgebracht sein. Einige dieser Fälle sind schon beobachtet worden.

So sind z. B. durch Kälte erstarrt gewesene Königinnen samenhältig, drohnenbrütig, und zwar bleibt der Same hierbei am Leben. Von Seite der Anatomen sollte diese für den Bienenzüchter wichtige Angelegenheit — drohnenbrütige Stöcke werden geschwächt und gehen zugrunde — mehr untersucht werden.

Aber auch der entgegengesetzte Fall kann vorkommen. Eine Königin kann die Fähigkeit verlieren, Drohneneier, d. i. unbefruchtete Eier zu legen. Freilich, wenn der ganze Samen verausgabt ist, wird sie dann doch drohnenbrütig. Von *Arbeiterbrütigkeit*, wie man diesen Zustand nennen kann, kann man also nur bei jungen Königinnen reden. Es sind solche Fälle bekannt geworden. Aufmerksam wird man, wenn

die Königin auch in Drohnenzellen immer nur Arbeiter Eier legt. Aber erst, wenn man in einem solchen Stocke niemals Drohnen findet, kann man auf Arbeiterbrütigkeit schließen.

Die Fähigkeit der Königin, Samen ins Receptakulum aufzunehmen, kann bis zu sechs Wochen andauern. Wird sie nach dieser Zeit begattet, so tritt nur wenig oder gar kein Same ein.

Die eierlegenden Arbeitsbienen, von denen wir schon gesprochen, können, da sie nicht begattet werden — ein Fall der Verhängung einer Arbeitsbiene mit einer Drohne ist übrigens bekannt geworden — selbstverständlich nur Drohneneier legen.

Um die Bedeutung dieser Tatsache recht zu verstehen, müssen wir die Ursache der geschlechtlichen Verkümmern der Arbeitsbiene erörtern. Die innern Organe der Bienen entwickeln sich nicht alle gleichzeitig, sondern manche auch nacheinander. Nach *Leuckart* entstehen die ersten Spuren des Geschlechtsapparates bei den weiblichen Larven am sechsten Tage. An diesem Tage werden die Larvenzellen verdeckelt. Während nun die weiblichen Larven, aus welchen eine Königin werden soll, während der ganzen Dauer ihrer Entwicklung mit Futtersaft, also einer schon verdauten Flüssigkeit, die nur mehr den Darm zu passieren hat, gefüttert werden, wird den Larven, aus denen Arbeitsbienen werden sollen, dieses Futter nach dem dritten Tage entzogen und ihnen ein mit Honig vermishtes, also schlechteres Futter gereicht. Dadurch können sich die Geschlechtsapparate nicht so gut entwickeln. Geht nun die Königin aus irgend einem Grunde zugrunde, so steht es in der Macht der Arbeitsbienen, wenn noch weibliche Larven vorhanden sind, diese durch Verabreichung reinen Futtersaftes zu Königinnen zu erziehen. Die Erfahrung lehrt, daß dies noch mit vier bis fünf Tagen bei allen weiblichen Larven möglich ist — also mit noch unbedeckelter Arbeiterbrut. Zu diesem Zwecke bauen die Bienen an Ort und Stelle, wo sich die Larven gerade befinden, also in der Mitte der Wabe, an die Zelle eine große, herabhängende Zelle an; es ist die sogenannte *Nachschaffungszelle*. Der Stock erhält Königinnen, die Königin kann befruchtet werden, der Stock, die Bienengesellschaft ist gerettet.

Anhang.

Verzeichnis einiger deutschen Arbeiten über die Biene, welche in Gowan, die Honigbiene, nicht oder ungenau angegeben sind.

1. G. Michaelis. Bau und Entwicklung des männlichen Begattungsapparates der Honigbiene. Zeitschr. für wissensch. Zool., Bd. 67, 1900.
2. Dr. E. Brandt. Vergleichend — anatomische Untersuchungen über das Nervensystem der Hymenopteren. Horae societatis entomologicae Rossicae. Tom. XV 1879.
3. Leydig. Vom Bau des tierischen Körpers, Tübingen 1864.
4. Ed. Brandt. Über das Nervensystem der Apidae. Sitzungsberichte der naturforsch. Gesellschaft in St. Petersburg, Bd. VII, 1876.
5. C. Chun. Über den Bau, die Entwicklung und physiologische Bedeutung der Rektaldrüsen bei den Insekten. Abhandl., herausgegeben von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft, Bd. X. (Enthält auch den Bau der Tracheen.)
6. G. S. Koschevnikov. Über den Fettkörper und die Denocyten der Honigbiene (*Apis mellifica* L.). Zool. Anzeiger, 23. Bd. (Vorläufige Mitteilung).
7. H. J. Kolbe. Einführung in die Kenntniss der Insekten. Berlin 1893.
8. Dr. J. Langer. Über das Gift der Biene. Archiv für exper. Pathologie und Pharmakologie, Bd. 38 und 40.
9. A. Soltmann. Der Bienenstachel. Zeitschr. für wissensch. Zool., 1863.
10. Dr. Fenger. Anat. und Physiol. des Giftapparates bei den Hymenopt., Trotschels Archiv, Bd. V, Jahrg. 29, 1863.
11. Kraepelin. Untersuchungen über den Bau, Mechanismus und Entwicklung des Stachels der bienenartigen Tiere. Zeitschr. für wissensch. Zool., 1873.
12. H. Holz. Anatomische Studien des Bienenstachels. Nördl. Bienenzeitung 1883.
13. E. Zander. Beiträge zur Morphologie der männlichen Geschlechtsanhänge der Hymenopt. Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 67, 1900.
14. P. Schiemenz. Über das Herkommen des Futteraftes und die Speicheldrüsen der Bienen, nebst einem Anhang über das Nischorgan. Zeitschr. für wissensch. Zool., 1883.
15. Schönfeld. Speicheldrüsen und Futteraft. Nördl. Bienenzeitung 1883.
16. D. Krancher. Der Bau der Stigmen bei den Insekten. Zeitschrift für wissensch. Zool., 1881.
17. E. Rádl. Über die Krümmung der zusammengesetzten Arthropodenaugen, (Vorläufige Mitteilung.) Zool. Anz., Bd. 23.

18. K. Grobhen. Über eine Bienenkönigin, welche unfähig war Drohneneier abzulegen. Verhandl. d. k. k. zool.-bot. Gesellschaft, Bd. 45.
19. P. F. Breithaupt. Über die Anatomie und Funktion der Bienenzunge. Archiv für Naturg., 52. Jahrg., 1886.
20. Schönfeld. Die physiologische Bedeutung des Magenmundes der Honigbiene. Archiv für anat. und physiol. Physiolog.-Abt., 1886.
21. Müller. H. Über die angebliche Apterlosigkeit der Biene-Larven. Zool. Anz 1881.
22. Schönfeld. Der Magenmund der Biene. Nördl. Bienenzeitung, 1883.
23. Wolff. Das Riechorgan der Biene nebst einer Beschreibung des Respirationswerkes der Hymenopteren, des Saugrüssels und Geschmacksorgane der Blumenwespen, einer vergleichenden Betrachtung der Riechhaut sämtlicher Aderflüglerfamilien und Erläuterungen zur Geruchs- und Geschmacksphysiologie überhaupt. Nova Acta der k. l. Kar. deutsch. Akad. d. Natur. 1875. Bd. 38.
24. E. Exner. Die Physiol. der fasettierten Augen von Krebsen und Insekten. Leipzig und Wien, F. Deuticke, 1891.
25. E. Berger. Untersuchung über den Bau des Gehirnes und der Netina der Arthropoden. Arbeiten aus dem zool. Institut der Universität Wien. Bd. I, 1878.
26. G. Hauser. Physiol. und histol. Untersuchungen über das Geruchsorgan der Insekten. Zeitschr. für wissenschaft. Zool., 1880.
27. E. Schindler. Beiträge zur Kenntnis der Malpighischen Gefäße der Insekten. Zeitschr. für wissenschaft. Zool., Bd. 30, 1878.
28. Simmermacher G. Untersuchungen über Haftapparate an Tarsalgliedern von Insekten. Zeitschr. für wissenschaft. Zool., 1884.
29. Langer J. Bienengift und Bienestich. Sitzungsbericht des deutschen naturwissenschaft.-medizin. Vereines für Böhmen „Lotos“, 1899.
30. Langer J. Über das Gift der Biene. Archiv für Dermatologie und Syphilis, 1898.
31. Koschewnikow G. A. Zur Kenntnis der Hautdrüsen der Apidae und Vespidae. Anat. Anz., Bd. 15.
32. Wasmann. Die Fühler der Insekten. Stimmen aus Maria Laach. Freiburg im Breisgau, 1891.
33. RuLand. Beiträge und Kenntnis der antennalen Sinnesorgane der Insekten. Zeitschr. für wissenschaft. Zool., Bd. 46, 1888.
34. B. Graber. Neue Untersuchungen über die Funktion der Insektenfühler. Biolog. Zentralbl., Bd. VII.
35. Dahl F. Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Funktion der Insektenbeine. Arch. f. Naturgesch., 1884.
36. Dahl F. Die Fußdrüsen der Insekten. Arch. f. mikroskop. Anat., Bd. 25.
37. W. J. Pissarew. Das Herz der Biene. (Apis mellifica), Zool. Anz. Bd. XXI., 1898.
38. Dr. H. v. Buttel-Reepen, die Stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates. Leipzig, Thieme 1903.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. Drohne, Fig. 2. Arbeitsbiene, Fig. 3. Kopf der Königin, die starken Oberkiefer mit dem spitzen Zahne sind vorgestreckt. Fig. 4. Königin a Kopf (caput), b Brust (thorax), c Hinterleib (abdomen). Fig. 5. Kopf der Arbeitsbiene o Nebenauge (ocellum), h Kopffurche (carina), c Schaft (scapus) des Fühlers, d Geißel (flagellum) des Fühlers, g Wurzelknopf (radicula), e Wacke (genum), a Oberlippe (labrum), b löffelartiger Oberkiefer (mandibula). Fig. 6. Kopf der Drohne, die verkümmerten Oberkiefer sind vorgestreckt.

Tafel II.

Fig. 1. Dünner Schnitt durch das zusammengesetzte Auge und den Sehnerven, rechts und links vom Sehnerven Speicheldrüsen. Fig. 2. Dünner Querschnitt durch die Brust in der Gegend des Flügelursprunges. a Rückenplatte, b Bauchplatte, c Speiseröhre, d hinteres Brustganglion, e Brustzungenspeicheldrüse, f Niederdrücker der Flügel Depressor alarum, g Heber der Flügel Levator alarum, f und g sind indirekte Flügelmuskeln, h Flügelwurzel. Der oben zwischen den Depressoren liegende Herzquerschnitt ist undeutlich. Fig. 3. Dünner Querschnitt durch die Hinterleibspitze. a Stachelspitze, b Stacheltafer, c Bauchplatte sternit, d Rückenplatte tergit. Fig. 4. Dünner Querschnitt durch den Stachelapparat knapp hinter der Verengung des Stechborstenführers. a Stechborstenführer, b lange Platte c quadratische Platte. Zwischen diesen drei Teilen die Stachelmuskeln f, d Stechborstenführernische, e Mastdarmstück. Fig. 5. Dünner Querschnitt durch den Kopf am Grunde des zurückgezogenen Rüssels. a Schlundröhre, b Muskeln zur Schlunderweiterung, d Beginn des zusammengesetzten Auges, e Oberkieferspeicheldrüse f Muskel zum Anziehen des Rüssels, g Kopfzungenspeicheldrüse, c Rinne mit 4 Zungenmuskeln in der Mitte. Rechts und links vom Rinne die Unterkieferstämme.

Tafel III.

Fig. 1. Ganz ausgestülpter Penis der Drohne halb von unten. a Vorderster Teil des Penis, b Luftfäcke, c Hautenplatte, d halbmondförmige und dreieckige Platte, e Tuberkeln. Fig. 2. Eierstock einer Königin in voller, eierlegender Tätigkeit in Spiritus gehärtet. a Kammers mit Eikeme. b Nährzellen. Fig. 3.

Haupttracheen des Hinterleibes frisch präpariert. a thorax, b Längsluftfad zusammengefallen, c Querluftfad, d Luftblasen unter dem Rücken, e Kommunikationsröhren. Fig. 4. Dünner Querschnitt durch den Kopf in der Gegend des Gehirns. a Stirnluftfäde, b zusammengesetzte Augen, c Sehnerv, d Gehirn.

Tafel IV.

Fig. 1. Frischer Geschlechtsapparat der Dorchwe. a Blindsäcke, b Hoden c paariger Samenleiter, d gemeinschaftlicher Samenleiter, f Peniszwiebel mit den halbmondförmigen und dreieckigen Platten, e gefiederter Anhang, g Luftsäcke. Fig. 2. Frisch herauspräparierter Geschlechtsapparat einer winterlichen Königin (November): a Eierstöcke mit Tracheen bedeckt, b paarige Eileiter, c unpaariger Eileitergang der sich zur Scheide erweitert, d Receptaculum seminis, e Bursa copulatrix. Fig. 3. Darmkanal frisch präpariert. d, a Speiseröhre, b Honigmagen, c Chylusdarm zwischen beiden der dünne Zwischendarm, h Malpighische Gefäße, e Dünndarm, f Mastdarm, g Rektaldrüsen.

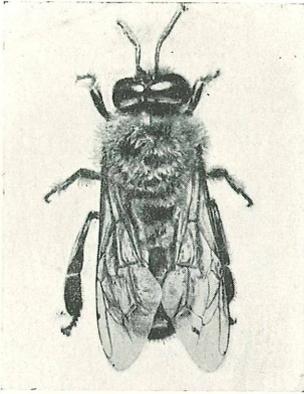


Fig. 1.



Fig. 2.

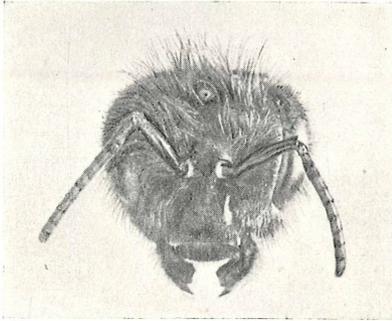


Fig. 3.

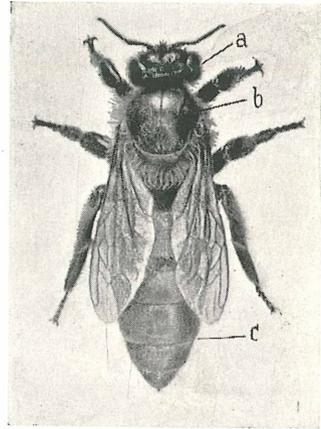


Fig. 4.

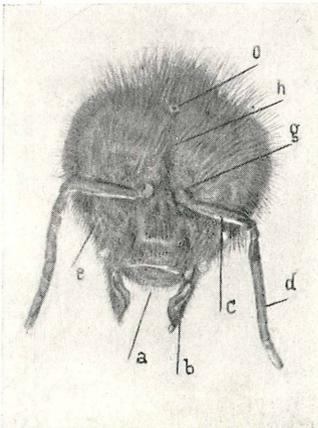


Fig. 5.

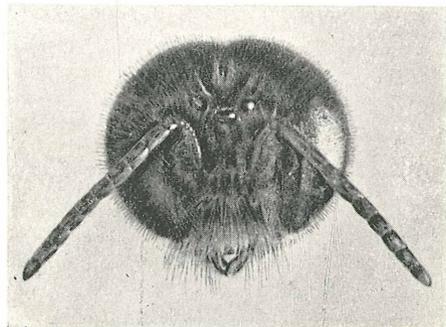


Fig. 6.

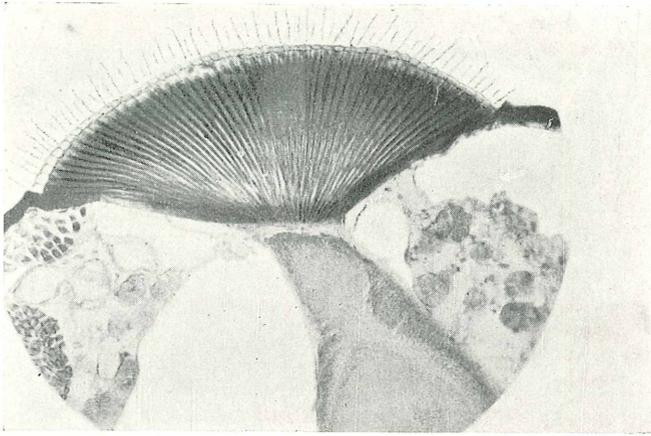


Fig. 1.

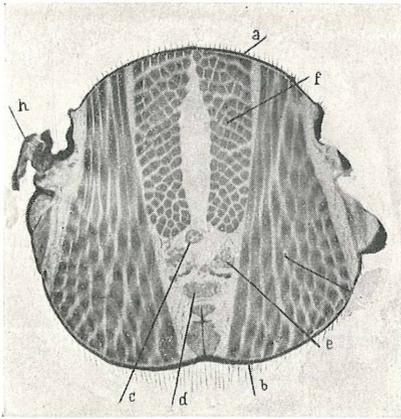


Fig. 2.

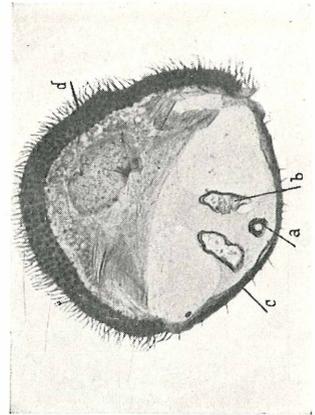


Fig. 3.

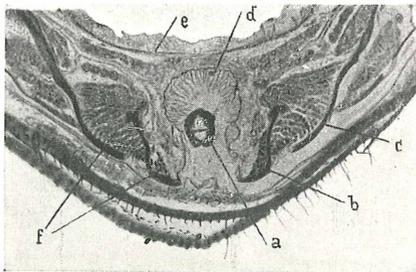


Fig. 4.

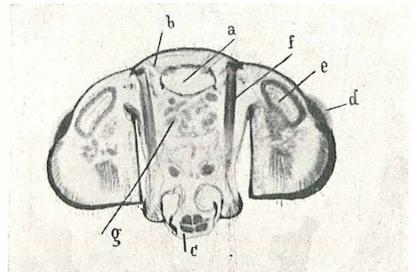


Fig. 5.

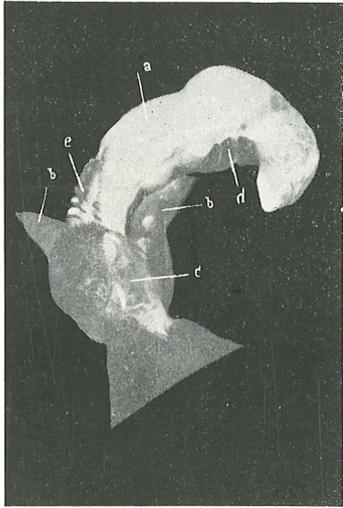


Fig. 1.

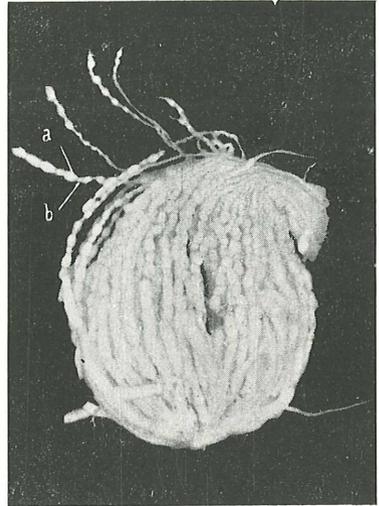


Fig. 2.

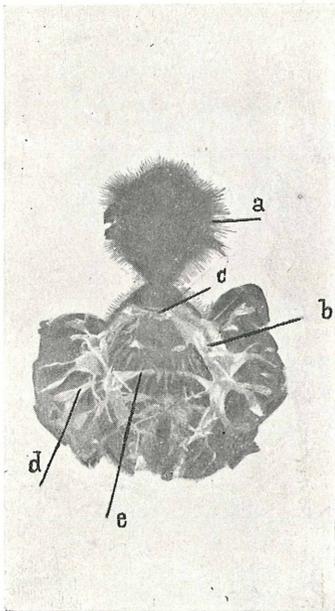


Fig. 3.

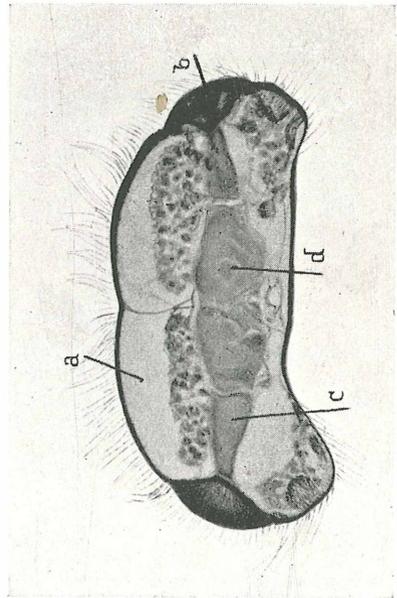


Fig. 4.

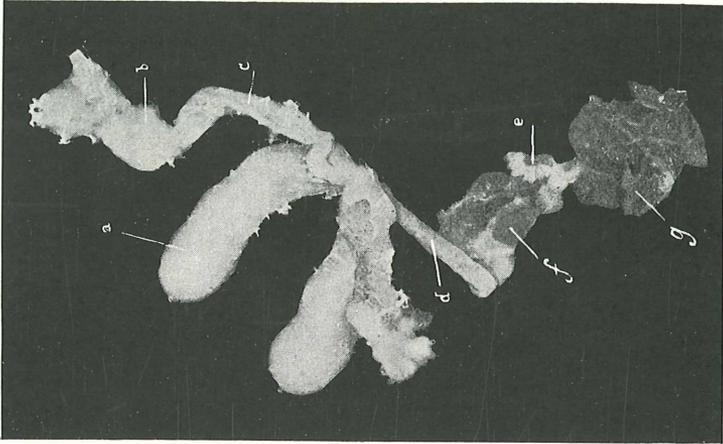


Fig. 1.

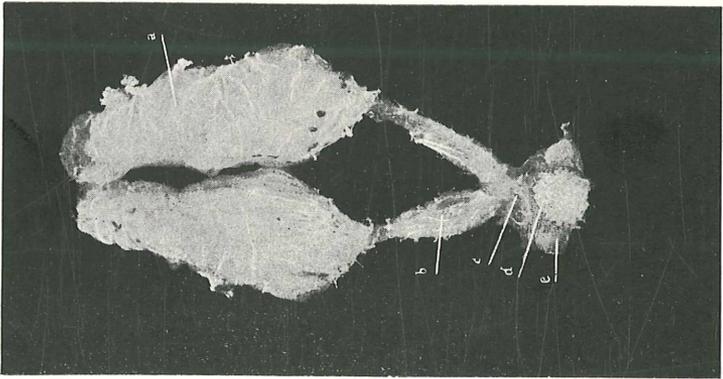


Fig. 2.

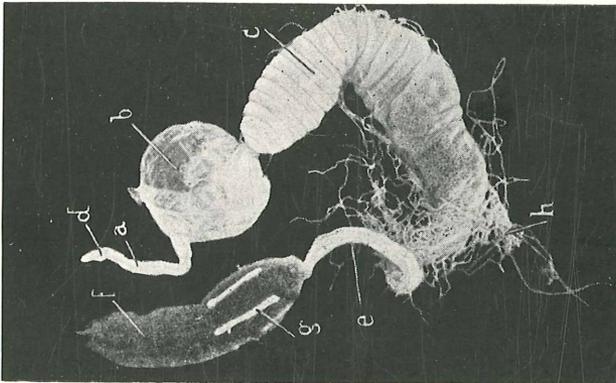


Fig. 3.

