universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Handbuch der vergleichenden Anatomie

Schmidt, Eduard Oskar

Jena, 1882

V. Arthropoda. Gliederthiere

urn:nbn:at:at-ubi:2-5614

V. Arthropoda. Gliederthiere.

Milne-Edwards, *Histoire naturelle des Crustacèes.* 3 Voll. Paris 1834—40.

Claus, Die freilebenden Copepoden. Leipzig, 1863.

Steenstrup og Lütken, *Bidrag til Kundskab om det aabne Havs Snyltekrebs og Lernaeer. Kjobenhavn,* 1861.

Darwin, *A Monopraph of the subclass cirripedia.* London, 1851—1854.

Leydig, Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen, 1860.

Claus, Z. Kenntniss der Daphniden. Z. f. wiss. Zool. XVII.

Fr. Müller, Für Darwin. Leipzig, 1864. (Höchst interessante und geistreiche Beobachtungen und Reflexionen über Entwicklung und Systematik der Krebse.)

Claus, Genealogische Grundlage d. Crustaceensystems. Wien, 1876.

Walckenaer et Gervais, *Histoire naturelle des Insectes aptéres.* 4 Voll. Paris, 1837—44. (Spinnen, Myriopoden.)

Hahn und Koch, Die Arachniden. 16 Bände. Nürnberg, 1831—1849.

Leuckart, Bau und Entwicklungsgeschichte der Pentastomen. 1861.

Fürstenberg, Die Krätzmilben der Menschen und der Thiere. Leipzig, 1861.

Burmeister, Handbuch der Entomologie. Berlin, 1832 ff.

Westwood, *An Introduction to the modern classification of Insects.* London, 1839—40.

Ratzeburg, Die Forstinsecten. 3 Bände. Berlin, 1837—44.

Leydig, Vom Bau des thierischen Körpers. I. 1. 1864. (Klassische Darstellung des Nervensystems der Gliederthiere.)

Weismann, Die Entwicklung der Dipteren. Leipzig, 1864[1]).

Die vorzüglichste neuere Gesammtdarstellung des Lebens, Baues und der Entwicklung der Insecten ist:

Graber, Die Insecten. München, 1879.

---

1) Dazu eine Reihe höchst wichtiger Untersuchungen über Entwicklung von Mecznikow, Kupfer, Ganin, Claparède, Kowalevsky, Bobretzky u. A. vorzugsweise in den neueren Jahrgängen der Zeitschrift für wiss. Zoologie.

Systematische Uebersicht über die Arthropoden.

Der Körper der Arthropoden zerfällt in Segmente, die fast immer zu bestimmten Abtheilungen (Kopf, Brust, Leib) vereinigt sind. Die Hautbedeckungen erhärten durch Chitin. Auch die Bewegungsorgane sammt den Mundtheilen sind gegliedert. Der Centraltheil des Nervensystems besteht aus einem Schlundringe mit der Bauchganglienkette. Geschlechter getrennt (mit Ausnahme der Cirripedien).

I. Crustacea. Krebse.

Die Krebse sind diejenigen Gliederthiere, bei denen die Fähigkeit, gegliederte, den Füssen äquivalente Anhänge zu tragen, auch auf die Segmente der hinteren Körperabschnitte, des Abdomen und des fast allen Krebsen eigenthümlichen Postabdomen (Schwanz) ausgedehnt ist. Die Athmungorgane sind Kiemen.

Die Klasse zeigt durch sehr wechselnde Ausbildung der Segmente und deren Verschmelzung zu Körperabschnitten eine sehr reiche innere Gliederung.

1. Ordnung. *Entomostraca.* Der Kopf ist mit dem Brusttheil zu einem Stück, dem Cephalothorax, verschmolzen. Hinter dem einen Paar Kiefern folgen drei Gliedmaassenpaare als Kieferfüsse, oder als Unterkiefer und Kieferfüsse. Am Abdomen zweiästige Beine. Die Athmung geschieht durch die Hautbedeckungen.

A. *Copepoden.* Ruderkrebse.

Kauende Mundtheile. Zeitlebens frei.

Cyclops. Sapphirina. Erstes Fühlerpaar langgestreckt, als Ruder dienend. (Fig. 32.)

B. *Parasitica.* Schmarotzerkrebse.

Saugende Mundtheile. Leben erwachsen als Aussenschmarotzer, fast alle an Fischen. Bei vielen sind die ♂ kleiner als die ♀. Repräsentanten höherer, sich an die frei lebenden Copepoden anschliessenden Familien sind: *Caligus, Argulus, Ergasilus.* Die Entwicklungsgeschichte zeigt, wie bei andern Familien mit dem intensiveren Schmarotzerthum eine immer grössere Verkümmerung und Rückbildung der Gliederung eintritt, am meisten bei den *Pennellina* und *Lernaeodea.* So folgt bei *Lernaea branchialis* (auf Schollen und *Gadus*) auf das freie *Nauplius*- und *Cyclops*-Stadium (s. unten) eine Larvenperiode, wo die noch deutlich gegliederte Larve sich mit einem Stirnbande fixirt. Dann kommt wieder eine Schwärmzeit mit wohl ausgeprägten Bewegungsorganen, während welcher die Begattung statt findet. Erst nach dieser beginnt die rückschreitende Verwandlung der Weibchen bei einer Volumszunahme auf das Tausendfache.

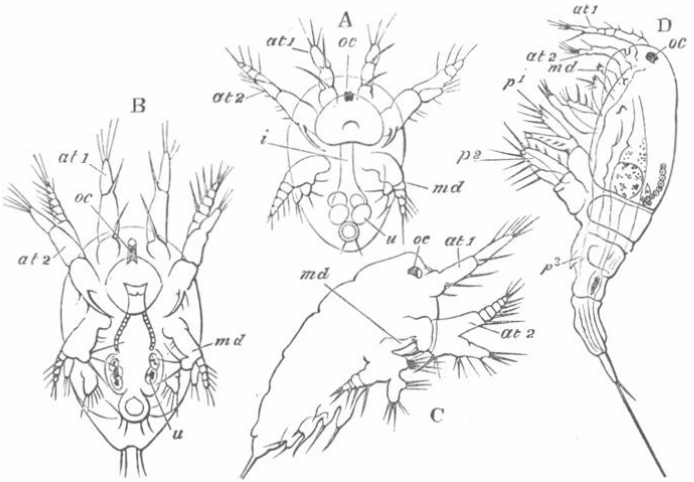

Fig. 32. Entwicklung von *Cyclops* (n. Claus). *A*, *B* u. *C*. Nauplius-Stadium; *D* jüngstes Copepoden-Stadium; *oc* Auge; *i* Darm; *u* Excrete im Darm; at^1, at^2 erste und zweite Antenne; *md* Oberkiefer; p^1, p^2, p^3 Füsse.

2. Ordnung. *Cirripedia.* Rankenfüsser. Hermaphroditische Crustaceen, welche nach kurzer Schwärmzeit sich festsetzen und mit einem, meist Kalkplatten absondernden Mantel umgeben. Sechs Paar rankenförmige Beine.

I. Familie. *Balanidae.* Seeeicheln.

Cylindrisch oder kegelförmig, indem der Mantel unmittelbar oder mittelst einer Kalkplatte aufsitzt.

Balanus. Coronula.

II. Familie. *Lepadidae.* Entenmuscheln.

Der Mantel ist mittelst eines biegsamen, muskulösen Stieles angeheftet; er ist seitlich zusammengedrückt und trägt gewöhnlich 5 Kalkplatten.

Lepas. Conchoderma.

Durch ihre Jugendformen schliessen sich einige merkwürdige Schmarotzerkrebse, *Sacculina*, *Peltogaster* u. a., an, bei denen Mundtheile, Darm und Gliederung völlig schwinden und von denen die meisten durch wurzelartige, nahrungziehende Wucherungen (daher Wurzelkrebse) in ihr Wohnthier (Krabben und Krebse) hineinwachsen. Eine Mittelform zwischen ihnen und den Lepaden ist *Anelasma*.

3. Ordnung. *Branchiopoda.* Kiemenfüsser. Sie haben ein bis drei Kieferpaare, verkümmerte Brustgliedmassen und eine un-

stete Anzahl der Segmente und Kiemenfüsse des Abdomen. Körper oft von einer Schale umhüllt.

I. Familie. *Ostracodea.* Muschelkrebse.

Körper von einer zweiklappigen muschelähnlichen Schale umgeben. Vier Paar Abdomenfüsse. (Fig. 33.)

Cypris. Cythere.

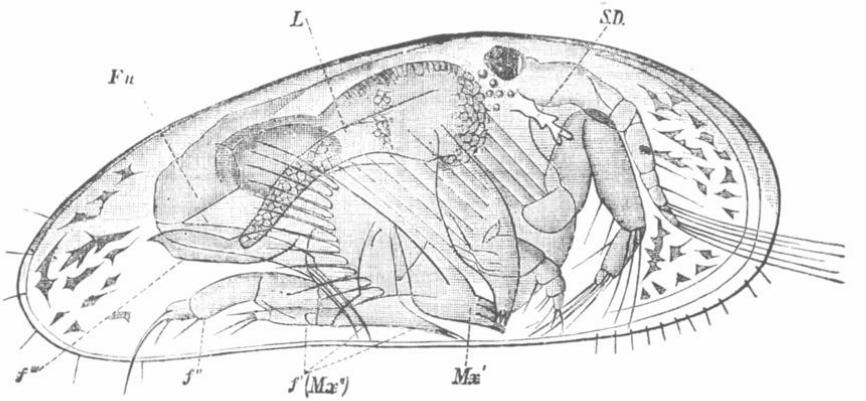

Fig. 33. Junge *Cypris*. *Mx'* erster Unterkiefer; *Mx''* zweiter Unterkiefer; *f'*, *f''*, *f'''* erster, zweiter und dritter Fuss; *Fu* Schwanzgabel; *L* Leber; *SD* Schalendrüse.

II. Familie. *Phyllopoda.* Blattfüsser.

Der dünnhäutige Körper meist mit einer schildförmigen oder zweiklappigen Schale versehen. Der Abdomen trägt 10 bis 60 Paare blattförmiger Schwimmfüsse mit Kiemenanhängen.

Apus. Branchipus. Artemia. Estheria.

III. Familie. *Cladocera.* Wasserflöhe.

Der grosse Kopf mit der rudimentären Brust zu einem helmförmigen Cephalothorax verwachsen. Abdomen mit 4 bis 6 Kiemenfusspaaren. Postabdomen ungegliedert, am Ende meist mit klauenförmigen Fortsätzen. Schliessen sich an *Estheria*.

Daphnia. Polyphemus. Leptodora.

4. Ordnung. *Poecilopoda.* Schildkrebse. Sind von einem grossen halbmondförmigen Cephalothorax-Schilde und einem Abdominalschilde bedeckt. Auf jenem zwei sessile zusammengesetzte Augen. Am Abdomen ist ein starker Schwanzstachel eingelenkt, Fühler (?) und die darauf folgenden, auf der Mundöffnung stehenden Gliedmassen beinförmig, Scherentragend. Die Hüftglieder kauen. Abdominalbeine mit Kiemenblättern.

Limulus (Familie d. Xiphosuren).

Mit ihnen, und nicht, wie man früher meinte, mit den Phyllopoden scheinen die *Trilobiten* näher verwandt zu sein. Grosser Kopfschild mit zusammengesetzten Augen, aber ohne Ocellen, welche sich bei den Poecilopoden finden. 4 Paar den Mund umgebende Gehfüsse, Thoracal- und Abdominalsegmente mit je 1 Paar Gehfüssen, daran verschiedene Kiemenanhänge. Körper durch 2 parallele, über den Rücken sich ziehende Längseindrücke der Quere nach dreitheilig. Nur fossil bis zur Kohle.

Asaphus. *Calymene.*

5. **Ordnung**[1]). *Amphipoda.* Flohkrebse. Gliederung wie bei den Isopoden. Die Kiemen sind lamellöse Anhänge der mittleren Gangbeine.

I. Familiengruppe. *Laemodipoda.* Kehlfüsser.

Postabdomen ganz rudimentär.

Cyamus. *Caprella.*

II. Familiengruppe. *Amphipoda s. str.*

Postabdomen deutlich entwickelt und Beine tragend.

Phronima. *Corophium.* *Gammarus*, Flohkrebs.

6. **Ordnung.** *Isopoda.* Asseln. Kopf mit dem ersten Brustringe mehr oder weniger verschmolzen; die beiden folgenden Brust- und die Hinterleibsringe frei. Die Gliedmaassen des Postabdomen sind in plattenförmige Kiemen verwandelt.

I. Familiengruppe. *Isopoda natatoria.* Schwimmasseln.

Die hinteren Afterfusspaare lamellenförmig, bilden mit dem Endring des Postabdomen eine Schwimmflosse.

II. Familiengruppe. *Isopoda ambulatoria.* Laufasseln.

Die hinteren Afterfusspaare sind griffel- oder deckelförmig gestaltet.

Oniscus. *Asellus.* *Idotea.*

Die merkwürdige Gattung *Cuma* gleicht in ihren ersten Entwicklungsstadien den Isopoden. Die spätere äussere Form nähert sich einigermassen derjenigen der Decapoden. Das ausgebildete Thier hat nur ein sitzendes Auge, jederseits am Cephalothorax eine Kieme, und eine Bruttasche an den Beinen des Postabdomen.

7. **Ordnung.** *Decapoda.* Zehnfüsser. Die Augen auf beweglichen Stielen. Der Kopf ist mit dem verkümmerten Brusttheile und dem vorderen Theile des Hinterleibes oberhalb zu einem Cephalothorax verschmolzen. Die drei Brustgliedmaassen sind zu accessorischen Mundtheilen oder Kieferfüssen umgestaltet.

---

1) Die folgenden Ordnungen werden auch als *Malacostraca* zusammengefasst, die Flohkrebse und Asseln, mit sitzenden Augen *Edriophthalmata*, die Zehnfüsser aber *Podophthalmata*, stieläugige Krebse genannt.

A. *Stomatopoda.* Maulfüsser.

Die Kiemen sind büschelförmig und liegen frei entweder an der Basis der Postabdominal-Beine oder der Cephalothoraxbeine. Zuweilen fehlen sie. Die hinteren Kieferfüsse sind in Form und Lage von den ersten Cephalothoraxbeinen nicht verschieden.

Mysis. Squilla.

B. *Decapoda s. str.*

Die von den beiden hinteren Maxillarfusspaaren und den fünf Beinpaaren entspringenden blättrigen Kiemen liegen jederseits in einer Höhlung des Cephalothorax.

I. Familiengruppe. *Macrura.* Langschwänze.

Postabdomen stark entwickelt, so lang oder länger als der Cephalothorax, mit Rudergliedmaassen. Aeusseres Kieferfusspaar beinförmig.

Caridina. Garnelen. *Penaeus. Palaemon. Crangon.*
Astacina. Krebse. *Homarus. Astacus.*
Loricata. Panzerkrebse. *Scyllarus. Palinurus.*

II. Familiengruppe. *Anomura.* Mittelkrebse.

Postabdomen von geringerer Grösse, ohne Gliedmaassen, die zur Bewegung dienen. Das letzte oder die zwei letzten Paare der Gangbeine verkümmert. Aeusseres Kieferfusspaar beinförmig.

Galathea. Pagurus. Lithodes. Aus *Pagurus* ist *Birgus* hervorgegangen.

III. Familiengruppe. *Brachyura.* Kurzschwänze.

Postabdomen kurz, unter den Cephalothorax eingeschlagen, mit fadenförmigen Beinanhängen.

Oxystomata. Calappa. Dorippe.
Cancrina. Dromia. Maja. Cancer. Carcinus. Pinnotheres.

II. Arachnoidea. Spinnenartige Thiere.

Der Kopf ist mit dem Bruststück verwachsen. An diesem Cephalothorax steht ein Paar Oberkiefer (Kieferfühler); von einem zweiten Kieferpaare sind wesentlich nur die Taster entwickelt. Dann folgen vier Beinpaare. Das Abdomen trägt nie Gliedmaassen. Die Athmungsorgane sind Tracheen.

1. Ordnung. *Arthrogastra.* Gliedleibige. Hinterleib sitzend (d. h. mit seiner ganzen Breite dem Kopfbruststück angewachsen), deutlich gegliedert.

Die Abtheilung enthält mehrere Unterordnungen und Gruppen, als deren Repräsentanten folgende Gattungen betrachtet werden mögen: *Solpuga. Phalangium. Phrynus. Chelifer. Scorpio.*

2. Ordnung. *Araneina.* Spinnen i. e. S. Beissende Mundtheile. Hinterleib ungegliedert, gestielt. Ausser den röhrenförmigen Tracheen athmen sie auch durch blattförmige, sogenannte Lungen.

I. Familie. *Dipneumones.* Zweilunger.

Mit zwei Lungensäcken. Die (einfachen) Augen, 6 oder 8, entfernt von einander stehend. Sie zerfallen in 2 Gruppen, *Vagabundae*, welche keine Fangnetze machen und ihre Beute jagen (*Salticus*, *Lycosa*) und *Sedentariae*, welche in selbstgefertigtem Gewebe ihre Beute fangen. (*Epeira*, *Tegenaria*).

II. Familie. *Tetrapneumones.* Vierlunger.

Mit 4 Lungensäcken. *Mygale.*

3. Ordnung. *Acarina.* Milben. Mundtheile beissend oder durch Verwachsen der Maxillen saugend. Hinterleib ungegliedert, mit dem Kopfbruststück verschmolzen. Meist ist jedoch der Kopf mehr oder minder deutlich als *rostrum* abgesetzt.

Sie gehen durch eine ganze Reihe frei lebender oder nur gelegentlich oder äusserlich schmarotzender Familien in mehr und mehr verkümmernde, in ihre Wirthe tiefer eindringende Formen über. *Hydrachna. Ixodes. Gammasus. Atax. Sarcoptes* (*S. scabiei* — Krätzmilbe d. Menschen). *Demodex* (*D. folliculorum* — in den Haarbalgdrüsen in der Haut des Menschen.)

Als wahrscheinliche Verwandte schliessen sich an die *Tardigrada* (Bärthierchen) und *Pycnogonida* (Asselspinnen). *Pycnogonum. Nymphon.*

Ein nur in den ersten Jugendzuständen an den Arthropodentypus und an die Milben erinnernder Schmarotzer ist *Pentastomum* (als Ordnung *Linguatulina*). Darunter *P. taenioides*, geschlechtsreif in der Rachen- und Nasenhöhle des Hundes, als Larve (*P. denticulatum*) in Lunge und Leber des Kaninchen.

III. Myriopoda. Tausendfüsser.

Durch Tracheen athmende (mit Ausnahme von *Scutigera*?), gestreckte Arthropoden mit gleichartigen Segmenten. 1 Paar Fühler. Ihre sogenannten Oberkiefer sind, zum Theil wenigstens, Cuticularbildungen des Schlundes. Beine bis zum letzten Segment.

1. Ordnung. *Chilopoda.* Flach. Die beiden ersten Fusspaare als Hülfskiefer. An jedem Segment nur ein Bein. Geschlechtsöffnungen am Hinterende.

Scolopendra. Cryptops. Lithobius. Geophilus. Scutigera.

2. Ordnung. *Chilognatha.* Meist drehrund. Sogenannte Oberkiefer mit 2 freien grossen Chitinzähnen. Die 2 Paar eigentlichen Kiefer zu einem lippenartigen Gebilde verwachsen. An jedem Segment, mit Ausnahme der 3 vorderen, 2 Paar Beine. Geschlechtsöffnungen am Hüftgliede des 3. Beinpaares.

Julus. Polydesmus. Glomeris.

IV. Insecta. Kerfa.

Kopf deutlich getrennt vom Thorax. Dieser trägt drei Paar Beine und meist zwei Paar Flügel. Hinterleib gegliedert, ohne Gliedmaassen. Athmung durch Tracheen.

Den Zustand des Insectes in der Periode nach dem Auskriechen aus dem Ei bezeichnet man als den der Larve. Ist dieselbe dem entwickelten Insect (Imago) von vornherein ähnlich, indem sie sich durch die schon früh auftretenden Flügelansätze nach den Häutungen ihm mehr und mehr nähert und schliesslich durch die letzte Häutung unmittelbar und ohne einen Zwischenzustand der Ruhe in die Imago übergeht, so heisst dieser Vorgang unvollkommene Verwandlung. Ist aber die Larve von wesentlich verschiedener Form und geht sie in den ruhenden Zustand der Puppe über, welche durch eine letzte Häutung zur Imago wird, so hat man die vollkommene Verwandlung vor sich. Die neueren Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte haben jedoch gezeigt, dass die hiermit bezeichneten Unterschiede für die Systematik nicht von jener tieferen Bedeutung sind, welche man früher damit verband, und dass bei sonstiger Uebereinstimmung hinsichtlich der äusserlichen „vollkommnen“ oder „unvollkommnen“ Verwandlung viel durchgreifendere innere Vorgänge stattfinden können. Individuelle und historische Entwicklung liefern auch hier den Beweis, dass die Kerfe mit kauenden Mundwerkzeugen den zum Parasitismus neigenden Ordnungen mit Saugwerkzeugen voraus gehen.

1. **Ordnung.** *Neuroptera.* Netzflügler. Mundtheile beissend, bei manchen verkümmernd. Vorder- und Hinterflügel häutig, feiner genetzt. Verwandlung ungleich.

I. Unterordnung. *Amphibiotica.*

Die im Wasser lebenden Larven haben blattförmige, kiemenartige Anhänge (Kiementracheen), welche Luft absorbiren und den innern Athmungsröhren zuführen.

Ephemeridae. Perlariae. Libellulidae (Eintagsfliegen. Perlfliegen. Wasserjungfern).

II. Unterordnung. *Planipennia.*

Beide Flügelpaare gleichartig, Hinterflügel niemals faltbar. Mundtheile vollständig ausgebildet.

Panorpa. Rhaphidia. Hemerobius. Myrmeleon. Scorpionfl. Schmalhaft. Landjungfer. Ameisenlöwe.)

III. Unterordnung. *Phryganodea.*

Flügel behaart oder beschuppt, ungleichartig, die hinteren meist faltbar. Mundtheile verkümmert. Die Larven leben im Wasser in selbstgefertigten Gehäusen.

Phryganea. Köcherfliege.

IV. Unterordnung. *Strepsiptera.* Schraubenflügler.

Eine kleine, sowohl durch ihren Bau, als die Lebensweise sehr merkwürdige Gruppe, die von einigen Entomologen den Käfern beigezählt, von anderen als selbständige Gruppe behandelt wird. Die Weibchen sind ungeflügelt, wurmartig, die Vorderflügel der Männchen rudimentär. Die Larven leben parasitisch im Hinterleibe von Hymenopteren.

Xenos. Stylops.

Unklar sind vor der Hand noch die Beziehungen einiger anderer, jedenfalls niederer und wohl an ältere Zweige sich anschliessender Gruppen, wie der Blasenfüsse (*Physopoda*) und Lappenschwänze (*Thysanura*), an welche auch (nach Ryder und Packard jr.) die äusserlich einer Scolopendride sehr ähnliche Gattung *Scolopendrella* sich anzuschliessen scheint.

2. **Ordnung.** *Orthoptera.* Geradflügler. Die lederartigen Vorderflügel dienen ähnlich, wie bei den Käfern, als Decken der Hinterflügel. Mundtheile beissend. Ohne Verwandlung oder mit unvollkommener Verwandlung. In allen Stadien Landbewohner.

a) *Saltatoria.* Körper walzig. Hinterschenkel verdickt. *Acridioden. Locustina. Grylloden.* (Heuschrecken. Grillen.

b) *Gressoria.* Langgestreckt. Prothorax meist in die Länge gezogen, Vorderbeine zu Raubbeinen umgestaltet. *Mantis. Bacillus. Phyllium.* (Gottesanbeterin. Stabheuschrecke. Blatth.)

c. *Cursoria.* Körper flach. Beine gleichmässig. *Blatta. Periplaneta* (Schabe).

Diesen eigentlichen Geradflüglern schliessen sich an die Termiten, obwohl beide Flügelpaare gleichgebildet sind. Bei ihnen kommen neben den geschlechtlich entwickelten geflügelten Individuen zwei sogenannte ungeschlechtliche ungeflügelte Formen vor, unvollständig entwickelte ♂ und ♀.

Eine andere, vielleicht auch hier anzufügende Gruppe sind die Ohrwürmer, *Forficulina.*

3. **Ordnung.** *Coleoptera.* Käfer. Verwandlung vollkommen. Mundtheile beissend. Prothorax frei, stark entwickelt. Vorderflügel als Flügeldecken hart und hornig.

Um die zahlreichen Familien einigermassen zu gruppiren, hat man seine Zuflucht zur Zahl der die letzte Abtheilung des Beines (*tarsus*) bildenden Glieder genommen.

A. *Cryptotetramera.*

Das vorletzte der vier Tarsalglieder klein und verborgen.

Coccinellidae. Fungicolae. (Kugel-, Pilzkäfer).

B. *Cryptopentamera.*

Das vorletzte der fünf Tarsalglieder klein und verborgen.

Chrysomelinae. Longicornia. Bostrichidae. Curculionina. (Blattk. Bockk. Borkenk. Rüsselkäfer.)

C. *Heteromera.*

Die beiden vorderen Beinpaare mit fünf, das dritte Beinpaar mit vier Tarsalgliedern.

Vesicantia (Cantharis. Meloe.) Melanosomata (Blasenzieher. Schwarzflügler).

D. *Pentamera.*

Tarsen aller Beine fünfgliederig (mit Ausnahme einiger kleinen Gruppen, deren Trennung von den ihnen sonst verwandten Pentameren unnatürlich wäre).

Malacoderma (Lampyris). Elateridae. Buprestidae. Lamellicornia. Dermestini (Dermestes). Staphylinidae. Palpicornia (Hydrophilus). Dyticidae. Carabidae. (Weichflügler. Springk. Prachtk. Blatthörnige. Speckk. Kurzflügler. Schwimmk. Wasserk. Laufk.

4. **Ordnung.** *Hymenoptera.* Hautflügler. Verwandlung vollkommen. Mundtheile beissend. Prothorax klein, ringförmig, wenigstens mit dem Rückentheil fest verwachsen. Vorder- und Hinterflügel häutig.

I. Familiengruppe. *Phytophaga.* Pflanzenwespen.

Weibchen mit sägeartigem Legebohrer. Hinterleib sitzend. Larven phytophag, mit deutlichen Beinen, meist raupenförmig.

Sirex. Tenthredo.

II. Familiengruppe. *Entomophaga.* Schlupfwespen.

Weibchen mit einem von zwei seitlichen Klappen umgebenen Legebohrer versehen. Hinterleib gestielt. Die Eier werden in die Larven anderer Insecten abgelegt, in deren Leibeshöhle die fuss- und afterlosen Larven schmarotzen.

Der Stamm bildet die Familie *Ichneumonidae.* An die Thierschmarotzer schliessen sich die *Cynipidae*, Gallwespen an, deren meiste Gattungen allerdings ihre Eier in Pflanzen ablegen, Gallen erzeugend, während doch einige dieselben auf die Larven anderer Insecten absetzen.

III. Familiengruppe. *Aculeata.* Stechimmen.

Weibchen mit einem durchbohrten, mit einer Giftblase in Verbindung stehenden Stachel bewehrt. Die Larven werden meist in eigenen Nestern oder Zellen gefüttert. Die Larven sind fuss- und afterlos.

Formica. Oxybelus. Vespa. Bombus. Apis.

5. Ordnung. *Hemiptera.* Halbflügler. Verwandlung unvollkommen. Der erste Brustring — Prothorax — frei, d. h. nicht mit den beiden anderen, mit einander verschmolzenen Brustringen verwachsen. Mundtheile saugend.

A. *Homoptera.*

Beide Flügelpaare liegen in der Ruhe dem Körper schräg, dachförmig an. Mehrere Familien flügellos.

I. Familiengruppe. *Cicadina.* Cicaden.

Sie bilden den Stamm der Unterabtheilung *Homoptera*, wo die Charaktere am constantesten ausgeprägt sind. Es sind kleine, meist mittelgrosse Insecten, die sich durch eigenthümliche Bildung, Auswüchse, Höcker und Leisten an Kopf oder Thorax auszeichnen.

Ein paukenartiger Stimmapparat jederseits an der Basis des Hinterleibes ist der Gattung *Cicada* und Verwandten eigen.

Fulgora, Laternenträger. *Tettigonia.*

II. Familiengruppe. *Phytophthires.* Pflanzenläuse.

Kleine Insecten, auf bestimmte Pflanzen angewiesen, deren Säfte sie saugen.

Coccus. Chermes. Aphis.

III. Familiengruppe. *Parasitica.* Läuse.

Flügellos. Thorax klein, undeutlich gegliedert. Lebensweise parasitisch auf Thieren. Beissende Mundtheile haben die Pelzfresser den übrigen Hemiptern mehr analoge die Läuse.

B. *Heteroptera.* Wanzen.

Beide Flügelpaare liegen in der Ruhe dem Körper horizontal auf, die Hinterflügel von den vorderen bedeckt. Der hintere Theil der letzteren ist häutig, der vordere lederartig (*hemielytra*).

I. Familiengruppe. *Hydrocores.* Wasserwanzen.

Notonecta. Nepa. Hydrometra.

II. Famliengruppe. *Geocores.* Landwanzen.

Acanthia. Pentatoma.

6. Ordnung. *Diptera.* Zweiflügler. (Fliegen und Mücken.) Verwandlung vollkommen. Mundtheile saugend. Prothorax verwachsen, ringförmig. Vorderflügel häutig, die Hinterflügel zu Schwingkolben (*Halteres*) verkümmert. Die Weibchen legen Eier oder gebären Larven, welche soeben dem Ei entschlüpft sind.

I. Familiengruppe.

Die Larven verpuppen sich innerhalb ihrer erhärtenden Körperhaut (*Pupa coarctata*).

Hierher gehört die artenreichste Familie, die der Fliegen, *Muscariae;* dann die der *Stratiomyidae* und *Syrphidae.*

II. Familiengruppe.

Die Larven verwandeln sich nach Abwerfung ihrer Körperhaut in eine schmetterlingsartige Puppe *(Pupa obtecta).* Unter den zahlreichen Familien sind als bekanntere herauszuheben die der *Tabanina, Tipulariae.* (Bremsen. Mücken.)

7. **Ordnung.** *Suctoria.* Flöhe. Saugröhre, gebildet von der Unterlippe, den darin liegenden Mandibeln und einer Stechborste (Epipharynx?). Daneben die frei stehenden Maxillen mit Tastern. Thoracalsegmente getrennt. Augen einfach. Antennen dreigliedrig. Keine Flügel, aber am Metathorax ein paar flügelartige Schuppen. Verwandlung vollkommen.

Sarcopsylla, Sandfloh. *Pulex,* Floh.

8. **Ordnung.** *Lepidoptera.* Schmetterlinge. Verwandlung vollkommen. Mundtheile saugend. Prothorax verwachsen, ringförmig. Vorder- und Hinterflügel häutig, dicht farbig beschuppt.

A. *Macrolepidoptera.* Gross-Schmetterlinge.

Man benennt so die Familien der grösseren, durch die geringere Entwicklung ihres Flügelgeäders von der zweiten Abtheilung unterschiedenen Schmetterlinge. *Diurna. Sphingidae. Bombycidae. Noctuina. Geometridae.* (Tagfalter. Schwärmer. Spinner. Eulen. Spanner.)

B. *Microlepidoptera.* Motten.

Pyralidae. Tineidae. Pterophoridae. (Zünsler. Schaben. Federmotten.)

Den Gliederthieren verwandt, nicht unwahrscheinlich ein Rest von Urgliederthieren, ist die wurmförmige Gattung *Peripatus (P. capensis).* Tracheenbüschel zerstreut; Stigmata über den ganzen Körper zerstreut. Muskeln nicht quergestreift. Segmentalorgane. Bauchmark in zwei seitliche Stränge gespalten, mit kleinen Ganglien-Anschwellungen. (Fig. 34.)

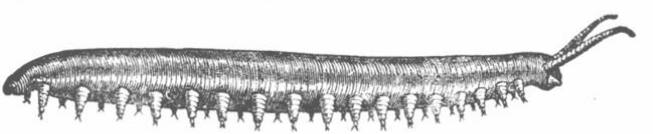

Fig. 34. *Peripatus Capensis,* nat. Gr. (n. Moseley).

Das Hautskelet der Arthropoden. Die Hautbedeckungen der Arthropoden bestehen nach innen aus einer deutlich zelligen oder auch protoplasmatischen, aber kernhaltigen Matrix — Hypodermis — und nach aussen aus einer homogenen Cuticular-Abscheidung, welche als Chitin uns schon bei den Würmern begegnet ist. Es richtet sich natürlich nach der Dicke der Chitinschicht die Härte und die Widerstandsfähigkeit gegen Kalilauge. Andererseits wird namentlich bei den Crustern durch Absatz kohlensauren und phosphorsauren Kalkes die Härtung gesteigert. Auch nach innen werden von jener Matrix oft Fortsätze abgegeben zur Befestigung der Eingeweide und Verbindung derselben, ohne das je ein wirkliches inneres Skelet entstände.

Der Körper der Gliederthiere besteht also äusserlich aus einzelnen Ringen oder Segmenten, auch Metameren genannt, und deren Anhängen mit folgenden Theilen:

1) die Rückenplatte *(notum, tergum, tergite)*,
2) die Bauchplatte *(sternum, sternite)*,
3—4) die Rücken-Seitenplatten *(epimera, epimerites)*,
5—6) die Bauch-Seitenplatten *(episterna, episternites)*,
7—8) die Rückenanhänge *(tergorhabdites)*,
9—10) die Bauchanhänge *(sternorhabdites)*.

Der Entwicklung der Segmente ist aber der grösste Spielraum gegeben, indem sowohl die Anhänge sich in verschiedenartigster Weise und zu sehr mannichfaltigen Zwecken entfalten oder ganz fehlen, als auch die Segmentplatten selbst einzeln oder paarweise atrophiren oder auffallend gestaltet werden können.

Gegensätzlich zu den Ringelwürmern gruppiren sich die Segmente der Arthrozoen zu besonderen, in der Regel deutlich geschiedenen und durch die Art der Anhänge characterisirten Körperabschnitten. Diese sind:

der Vorderkopf, gebildet durch das Segment der vorderen Antennen. Es ist auch den zusammengesetzten Augen ein Segment vindicirt worden, welche durch den beweglichen Augenstiel der Decapoden in die Reihe der Gliedmassen zu treten scheinen. Allein die Entwicklungsgeschichte ist dieser Auffassung nicht günstig. Die Gränze zwischen Vorder- und Hinterkopf ist die Mundöffnung und die Oberlippe, welche kein paariger Anhang ist[1]);

1) Andeutungen, dass die Oberlippe dennoch einem Gliedmaassenpaare entspreche, findet sich bei einigen Insecten.

der Hinterkopf, dessen Zusammensetzung aus einzelnen Segmenten fast nur durch die Anhänge, nämlich die hinteren Antennen, die Oberkiefer und zwei Paar Unterkiefer verrathen wird;

die Brust, wird ausnamslos durch drei Segmente gebildet;

der Leib *(abdomen)* mit sehr wechselnder Zahl der Segmente;

der Hinterleib *(postabdomen)*, der ausgebildet ist nur bei einigen Ordnungen der Arachniden und dem grössten Theile der Crustaceen.

Die morphologische Indentität aller der Anhänge, welche die beschreibende Zoologie als Antennen, Augen? Fresswerkzeuge, Beine, Afterfüsse, Haftorgane, Hülfsbegattungswerkzeuge, Afterspitzen u. s. w. aufführt, wird theils durch die Entwicklungsgeschichte, theils durch die Vergleichung der fertigen Organe bewiesen. So geben z. B. die Larven der Entomastraka einen sehr interessanten Beweis für die morphologische Gleichheit der Antennen, Kiefern und Füsse. Sie besitzen 3 Paar Bewegungsorgane. Das erste wird zu den grossen Ruderantennen, das zweite zum zweiten kleineren Antennenpaar, aus dem dritten Gliedmassenpaar der Larve gehen die Mandibeln hervor. Die Maxillen aber und Maxillarfüsse entstehen aus lappenförmigen oder normal gliedmassenartigen Anhängen der Larve.

Die Flügel der Insecten sind zwar auch, gleich Antennen und Beinen, Hautausstülpungen, gehen jedoch nicht, wie diese, aus den ersten Keimanlagen unmittelbar hervor, sind also morphologich ihnen nicht gleichwerthig. Am ersten lassen sie sich wohl den schildförmigen Verbreiterungen am Bruststück vieler Crustaceen und den Seitenwölbungen am Cephalothorax der Decapoden vergleichen.

Ob diese Theile jedoch als Homologa aufzufassen seien, bleibt so lange zweifelhaft, als nicht die Abstammung der Insecten aus den Krebsen erwiesen. Bei der ausserordentlichen Mannichfaltigkeit der Segmentirung der letzteren gegenüber der Geschlossenheit des heutigen Bestandes der Insecten ist es für den Anfänger rathsam, von der genaueren Betrachtung des Hautskelets dieser letzteren auszugehen.

Das Hautskelet der Insecten.

Körperabschnitte. Der Brusttheil ist immer bestimmt gegen Kopf und Leib abgesetzt. Eine scharfe Gränze zwischen Vorder- und Hinterkopf ist nicht vorhanden. Die Antennen würden

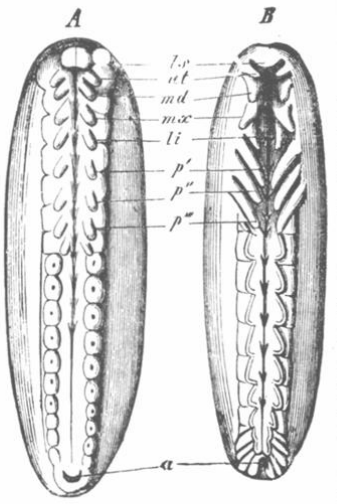

Fig. 35. Zwei Entwicklungsstadien von *Hydrophilus piceus* (n. Kowalevsky). *ls* Oberlippe; *at* Antenne; *md* Mandibel; *mx* Maxille; *li* Unterlippe; *p' p'' p'''* Füsse; *a* After.

ihrer embryonalen Anlage und Stellung nach den äusseren Antennen der Crustaceen entsprechen. Sie rücken jedoch im Verlaufe der Verwandlung in eine Stellung, welche derjenigen der inneren Antennen der Crustaceen entspricht. (Fig. 35).

Ein Postabdomen fehlt den Insecten durchweg. Das Abdomen wechselt zwischen acht und elf Segmenten, von denen in der Regel die letzten sehr auffallende Veränderungen erleiden. Nur in dieser Region der After- und Genitalöffnung finden sich Bildungen, die als die oben im Schema aufgeführten Rückenanhänge und Bauchanhänge gedeutet werden können.

Das vergleichend-anatomische und morphologische Interesse concentrirt sich daher auf die Kopfanhänge, namentlich also die Mundtheile, und auf das Leibesende mit den Hülfsbegattungswerkzeugen.

Die Mundtheile. Ob die Oberlippe *(labrum)* einem Gliedmaassenpaare homolog, ist zweifelhaft. Der selten vorkommende Epipharynx an der Basis der Oberlippe und der mitunter an der Basis der Unterlippe sitzende Hypopharynx scheinen nichts Anderes als Ausstülpungen der Mundwandungen zu sein. So bleiben drei Gliedmaassenpaare, die sehr einfachen Oberkiefer (*mandibulae*), die Unterkiefer *(maxillae)* und die Unterlippe (*labium*). Letztere entsteht bei den Diptern und Hemiptern entschieden durch eine mehr oder minder ausgedehnte Verwachsung des embryonalen zweiten Maxillarpaares. (Fig. 36). An Maxillen und Unterlippe sind folgende Theile mehr oder weniger kenntlich vorhanden, mitunter theilweise verschmolzen oder ganz ausfallend: als Angel und Stiel die Glieder *cardo* und *stipes* (*submentum* und *mentum*). Am oberen Ende trägt nach aussen eine Tasterschuppe den Taster *(palpus)*, ein anderes nach innen liegendes Stück die innere Lade *(lobus internus)* und die äussere Lade (*lobus externus*).

Hymenoptera.

Oberlippe und Oberkiefer verhalten sich wie bei den kauenden Insekten; Unterkiefer und Unterlippe sind mehr oder weniger verlängert und zum Saugen geschickt. Dies am meisten bei den Bienen. Die langen sägeförmigen oder schwertförmigen Endstücke der Maxillen vertreten beide Laden. Was die beschreibende Zoologie Zunge *(ligula)* nennt), entspricht den vereinigten inneren Laden der Unterlippen, an deren Basis nach innen die immer eingliedrigen äusseren Laden *(paraglossae)* und nach aussen die mehrgliedrigen Labialtaster liegen.

Sehr instructiv ist die Unterlippe der Wespen, deren Mundtheile sich denen der kauenden Insekten sehr nähern. Sie ist vierlappig; die beiden äusseren Lappen sind die *paraglossae* der Bienen, die beiden inneren die Zunge.

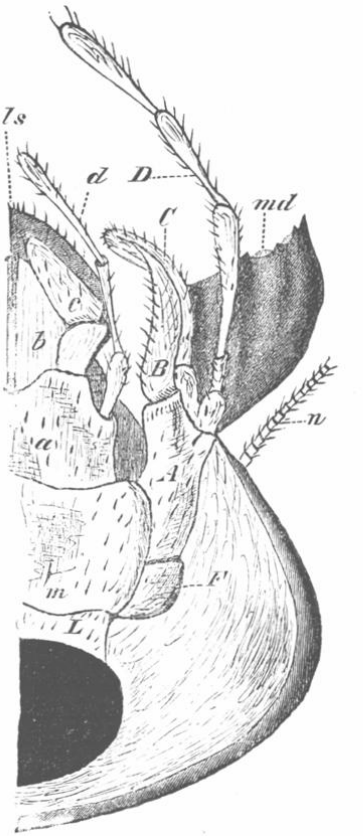

Fig. 36. Kopf der Feldgrille, linke Hälfte, v. unten (n. Muhr). *L* Kehle; *m* Kinn; *abcd* Unterlippe; *a* Cardo; *b* innere Lade; *c* äussere Lade; *d* Taster; *FABCD* Unterkiefer; *F* Stipes; *A* Cardo; *B* innere Lade; *C* äussere Lade; *D* Taster; *md* Oberkiefer; *ls* Oberlippe; *n* Antenne.

Hemiptera.

Ihr Saugorgan (Schnabel) ist sehr übereinstimmend in allen Familien. Die Unterlippe formt eine gegliederte Scheide, deren Basis oben durch die verlängerte Oberlippe gedeckt wird, und welche vier Borsten, Mandibeln und Maxillen einschliesst. Die Taster fehlen ganz, auch Theile, welche eine strenge Vergleichung mit Epipharynx und Hypopharynx aushielten.

Diptera.

Die Scheide des Diptern-Rüssels ist die Unterlippe: ihre Basis *(submentum)* macht ein Knie mit dem Stiel *(mentum)*, an

dem die Endlippen sitzen, die mit einander verwachsenen Laden. Die Lippentaster fehlen. In der Scheide liegen zwei bis sechs Borsten, sechs, wenn die Oberlippe auch borstenförmig wird, dazu die Mandibeln, Maxillen und Hypopharynx. So bei den Culiciden und Tabaniden. Die Maxillentaster vorhanden. An den den Unterkiefern entsprechenden Borsten sind oft die beiden Basaltheile zu unterscheiden; die Laden verschmelzen.

Bei den von den eigentlichen Diptern abweichenden Pupiparen ist auch der Saugrüssel ein anderer. Die Maxillen bilden eine Scheide, worin als borstenförmige Theile des eigentlichen Saugapparates Oberlippe, Unterlippe und Hypopharynx liegen *(Hippobosca. Ornithomyia)*. Den beiden die Scheide bildenden Klappen ähnlich sind die Maxillen der *Aphaniptera (Pulex)*, an denen sich auch lange Taster vorfinden, die dort fehlen.

Lepidoptera.

Die Maxillen bilden den Saugrüssel, alle übrigen Mundtheile behalten die bei den nagenden Insekten gewöhnliche Form, sind aber mehr oder weniger rudimentär, mit Ausnahme der stark entwickelten Labialtaster. Da die Maxillen kleine Taster tragen, so ist durch diese Gränze angezeigt, dass der fadenförmige Theil einer lang ausgezogenen Lade, die Basis den mit einander verschmolzenen Grundstücken entspricht. Bei Schmetterlingen aus verschiedenen Familien verwandeln sich an der Rüsselspitze die ringförmigen Wülste, aus denen die Haarschafte aufsteigen, unter Verkürzung dieser Schafte zu gezähnelten Cylindern zum Anstechen und Aufreissen der Honig haltenden Zellen. (Convergenz aus gleichen Ursachen.) (Fig. 37.)

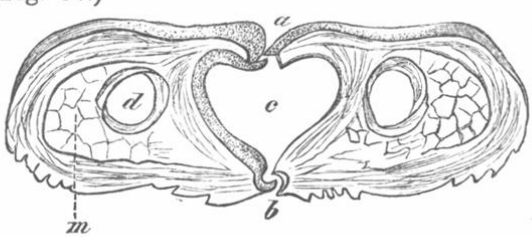

Fig. 37. Schmetterlings-Rüssel, Querschnitt (n. Graber). *a b* Näthe der rinnenförmigen Unterkiefer; *c* Rüsselkanal; *d* Tracheen; *m* Muskeln.

Das Bisherige wird zur Orientirung für den Anfänger hinreichen. Am abweichendsten sind die Mundwerkzeuge der Pediculinen. An den Larven derselben kann man deutlich die drei Paare

unterscheiden. Später werden sie reducirt. Die Maxillen verwachsen zu einer breiten Platte mit einer Einkerbung. Die Unterlippe schwindet ganz und schliesslich sind in dem zu einer Rinne und Rüsselscheide gestalteten Vorderkopfe die Oberkiefer als kaum bemerkbare Leisten und die Unterkiefer mit schwach chitinisirten Endspitzen zu erkennen. Das Abdominalskelet der weiblichen Insekten. Die Zahl der Segmente schwankt zwischen acht und elf. Acht besitzen die *Lepidoptera*, scheinbar auch die *Hymenoptera*, bei denen sich jedoch ein, eigentlich dem Abdomen zugehöriges Segment mit dem Thorax verbunden. Neun Segmente haben die *Coleoptera*, auch *Pulex;* zehn einige *Hemiptera;* elf ein Theil der *Hemiptera* und *Diptera*, die *Thysanura*, viele *Neuroptera*, die *Orthoptera*.

In der Regel fehlen die Bauchstücke der vorderen Segmente wegen stärkerer Entwicklung der unteren Brusttheile; bei manchen Schwimm- und Laufkäfern drei.

Mit Ausnahme der *Hymenoptera* und *Hemiptera homoptera*, denen das achte Bauchstück fehlt und deren Scheidenöffnung hinter dem siebenten Bauchstück liegt, ist die Lage der Scheidenöffnung an der Bauchseite hinter dem achten Segmente fixirt. Die Analöffnung befindet sich bei den *Lepidoptera* unmittelbar oberhalb der Scheidenöffnung, da jede Andeutung weiterer hinterer Segmentstücke fehlt. Bei den anderen Ordnungen wird durch das Dazwischentreten des neunten, zehnten und auch elften Segmentes die Analöffnung mehr oder weniger von der Scheidenöffnung getrennt. Alle dazwischen liegenden, oft völlig umgestalteten Chitinstücke lassen sich auf die im Schema benannten Segmenttheile zurückführen, und namentlich lässt sich nachweisen, dass die äusseren Hülfs-Genitalorgane (Legestachel, Legesäbel, Legebohrer, Legeröhre, auch der Stachel der *Hymenoptera* [s. u. bei Giftdrüse]) nach einem Plane und fast immer nur aus den Theilen des neunten Abdominalsegmentes gebildet sind. Wir können hier nur einige Beispiele auswählen. So ist am Legesäbel von *Decticus verrucivorus*

die Analplatte = Rückenstück,
Epimeren = unbenannte kleine Verbindungsstücke,
Rückenanhänge = äussere styletförmige Stücke,
Bruststück = eigentliche Legescheide,
Episternen, Bauchanhänge } = Scheidenklappen.

Bei *Agrion virgo* sind alle Theile des neunten Segmentes vorhan-

den, die Bauchanhänge haben die Form einer Legesäge angenommen. Bei den *Coleoptera* entspricht die Analplatte dem Rückenstück, die Seitenstücke den Epimeren, die sogenannten Vaginalpalpen den Episternen, eine accessorische Platte dem Bruststück. Bei den *Coleoptera* und *Diptera* sind die letzten Segmente wieder in den Leib eingezogen und Cloakenrohr oder auch Scheide genannt worden. Endlich sei erwähnt, dass bei den *Lepidoptera* das siebente Segment eine auffallende Form angenommen hat, im Zusammenhange mit der Eigenthümlichkeit, dass hier hinter der Scheidenöffnung eine in die Begattungstasche führende, das männliche Begattungsorgan aufnehmende Oeffnung liegt.

Eine zusammenhängende Darstellung der ähnlichen Verhältnisse bei den männlichen Insekten ist zur Zeit noch ein Desiderat.

Aus der Entwicklung der Arachniden geht hervor, dass ihnen die die Augen und Antennen tragenden Segmente fehlen, und dass die gewöhnlich „Kieferfühler" genannten Fang- und Mundwerkzeuge wirkliche Mandibeln — Oberkiefer — sind. Ihre Ganglien entstehen gesondert und vereinigen sich erst später mit dem Supraösophageal-Ganglion. Die fünf folgenden paarigen Segmentanhänge sind ihrer Anlage nach vollkommen gleich; der erste wird zu einem Unterkiefer mit oft ausschliesslich oder mächtig entwickeltem Taster; die vier anderen geben die Beine. (Fig. 38.) Man

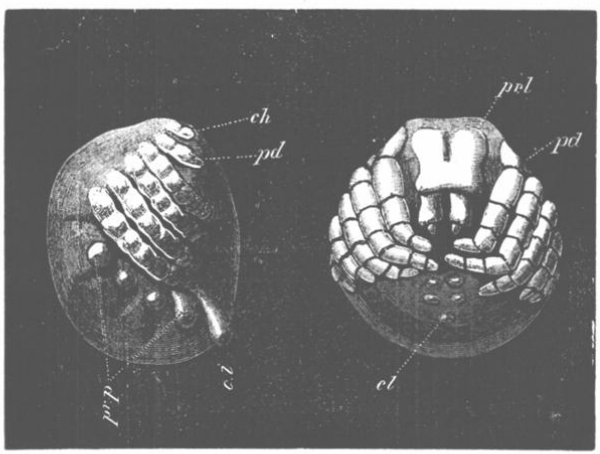

Fig. 38. Entwicklungsstadien einer Spinne, *Agelena labyrinthica* (n. Balfour). *prl* Scheitellappen; *ch* Oberkiefer; *pd* Unterkiefer (Palpen); *cl* Schwanzlappen; *prp* provisorische Anhänge.

kann das erste dieser Beinpaare der Unterlippe (zweiten Maxille) der Insekten gleich stellen, die Homologie ist aber bei der gänzlich veränderten Segmentirung des Vorderkörpers nicht geboten. (Balfour.)

Eben so wenig lassen sich die Mundwerkzeuge der Myriopoden auf diejenigen der Insekten beziehen. Die sogenannten Oberkiefer der Chilopoden sind Schlundgebilde, keine Gliedmaassen (n. Witte). Dasselbe muss ich von allen gleichnamigen Organen der Chilognathen behaupten. Sie verhalten sich also wie die paarigen Schlundzähne der Polychaeten). Die beiden ersten der postoralen Anhänge der Chilopoden (vgl. Fig. 39) verschmelzen mehr oder minder mit einander und werden oft in dieser Vereinigung 1. Maxille genannt. Die 3. und 4. geben die Maxillarfüsse und die Giftklauen. Bei den Chilognathen geht aus den beiden ersten postoralen paarigen Anlagen (und Umgebung?) das complicirte lippenartige Gebilde Fig. 40 hervor.

Nervensystem und Sinnesorgane. Auf das Nervensystem der Arthropoden sind wir durch dasjenige der Würmer und insbesondere der Annulaten vielfach vorbereitet; der Typus ist derselbe: Schlundring und Bauchganglienkette. Die grösste Variabilität kommt auf die letztere, indem sie in ihrer Entwicklung fast immer ein getreues Abbild der Körpergliederung ist. Neben diesen Haupttheilen und ihren peripherischen Ausstrahlungen machen sich aber noch zwei Systeme von Ganglien und Nerven geltend, wenn auch nicht in eben solcher Allgemeinheit. Daher sind nach einander zu betrachten a) Schlundring; b) Bauchganglienkette; c) das Schlundnervensystem; d) das System der sympathischen Nerven. (Fig. 39, 40.)

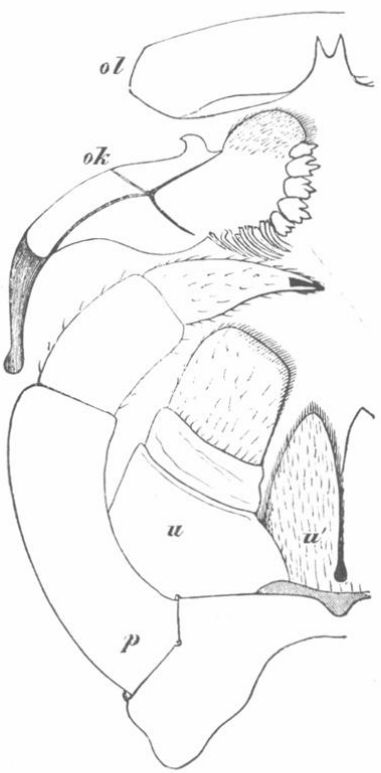

Fig. 39. Mundwerkzeuge von *Scolopendra* (*cingulata* nahe stehend). *ol* Oberlippe; *ok* Oberkiefer Autt.; *u'* erster eigentlicher Kiefer; *u* zweiter Kiefer; *p* erster Hülfskiefer. (*u' u p* sind die drei vordersten embryonal angelegten Gliedmaassenpaare, *ok* ist, nach Witte, ein später sich entwickelndes Schlundorgan.

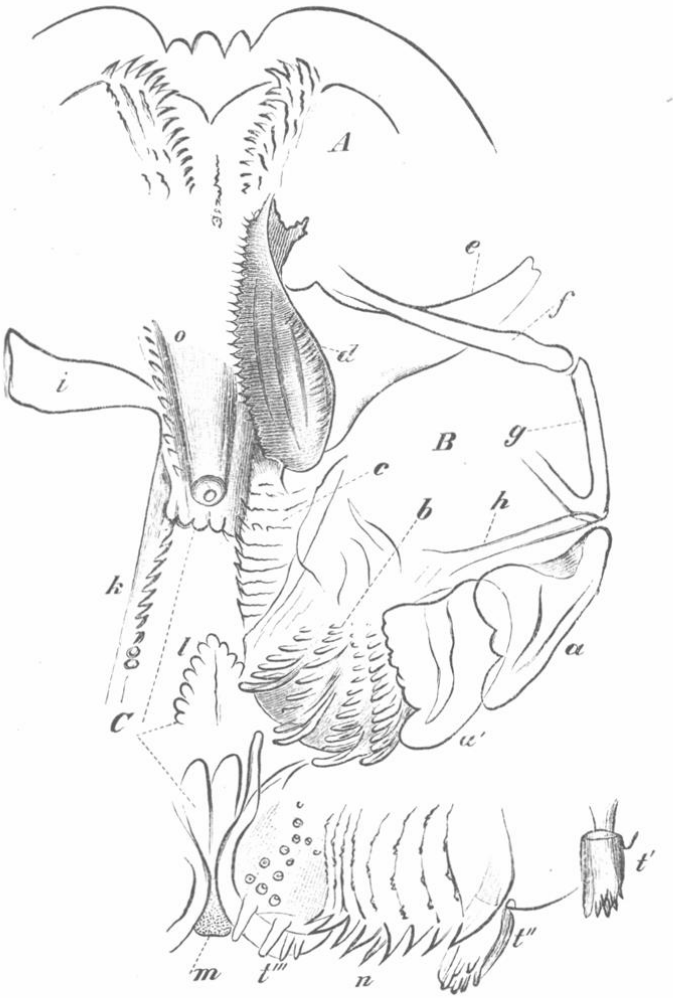

Fig. 40. Mundwerkzeuge von *Julus guttulatus*. *A* Oberlippe v. innen; *B* linker Oberkiefer v. oben; *a a'* die beiden Hauptzähne; *b* Zahnhechel; *c* vordere Bürste; *d* hintere Bürste; *e—h* Chitinstücke für den Ansatz der Muskeln. *C* Theile des sogenannten Unterkiefers; *t' t'' t'''* tasterähnliche Organe; *m* medianer weicher Tastlappen; *n* Zahnlamelle; *l k o* Zahnleisten und Reibeplatten (nach den Species sehr verschieden); *i* Chitinarm für Muskel-Ansatz.

a) Schlundring.

Vielleicht besteht bei manchen niederen Milben der Schlundring nur aus einem einfachen Markbande ohne Anschwellungen. Allein in den meisten Fällen heben sich von den seitlichen Com-

missuren als wichtigster Theil des Schlundringes die auf dem Schlunde liegenden beiden oberen Schlundganglien ab, mitunter z. B. bei manchen Entomostraken und *Daphnia*, zu einem scheinbar unpaarigen Ganglion verschmolzen, in der Regel durch eine Furche deutlich getrennt. Bei vielen höheren Arthropoden, namentlich Käfern und Hymenopteren treten an den oberen Schlundganglien besondere Lappen oder Anschwellungen auf, zunächst als Ursprungsstellen der für die Sinnesorgane bestimmten Nerven (Antennen- oder Riechlappen, Sehlappen), welche sogar die eigentlichen Ganglien an Grösse übertreffen können. Ganz eigenthümliche Anschwellungen der primären Knoten in entfernter Aehnlichkeit mit den „Hirnwindungen" der Wirbelthiere oder in Form radial gestreifter Scheiben kommen bei Ameisen, Bienen und Wespen vor und scheinen mit den so auffallend entwickelten seelischen Fähigkeiten dieser Thiere in Verbindung gebracht werden zu müssen[1]). (Fig. 41.)

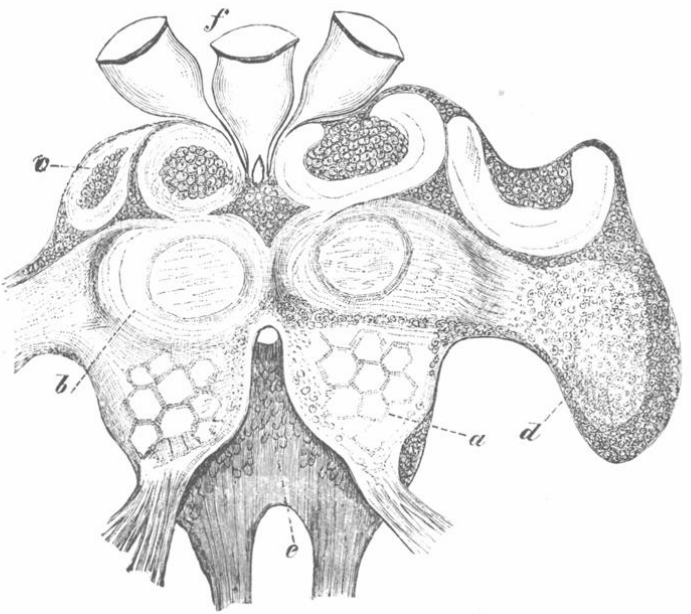

Fig. 41. Schlundring der Biene (n. Leydig). *a* Antennenlappen; *b* Hauptlappen; *c* Windungen; *d* Sehlappen; *e* unteres Schlundganglion; *f* Punktaugen.

Viel weniger variabel ist das untere Schlundganglien-

1) Das feinere Detail bei Dietl Die Organisation des Arthropodengehirns. Z. f. w. Zool. XXVII.

paar, welches auch so lange an Masse gegen das obere weit zurückzustehen pflegt, als es nicht durch Verschmelzung mit Theilen des Bauchmarkes sich verstärkt hat.

b) Die Bauchganglienkette.

Die Normalform der Bauchganglienkette ist die einer Strickleiter; so bleibt sie bei den Phyllopoden *Apus, Branchipus, Artemia.* So unendlich verschieden nun im Uebrigen die äussere Gliederung ausgesprochen ist, so vielfach variirt auch die Bauchkette, theils indem die zu einem Paare gehörigen Knoten in einen zusammenrücken, theils indem die Ganglienpaare sich einander nähern und verschmelzen oder ganz verschwinden. Und dieselben Verschmelzungen, welche durch die Ordnungen gehen, finden sich in dem Individuum in der Reihe seiner Metamorphose wieder. Behalten wir den letzteren Fall zunächst im Auge, weil er uns den Maassstab an die ähnlichen Verhältnisse legen lehrt; und zwar wird es ganz gleichgültig sein, aus welcher Thierklasse wir das Beispiel wählen. (Fig. 42.) An der Schmetterlingsraupe zählt man zwölf

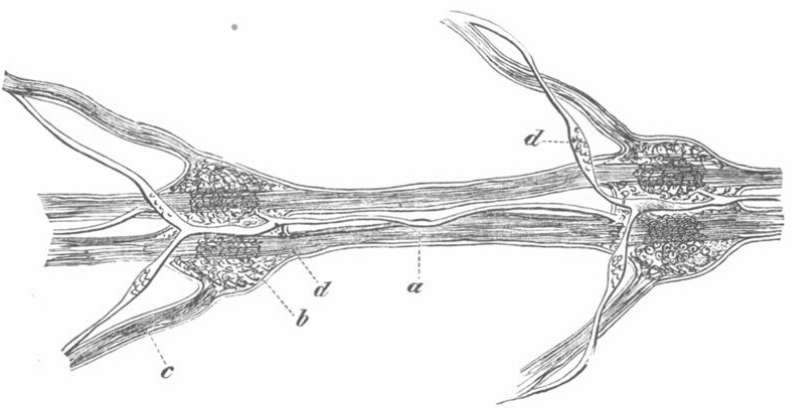

Fig. 42. Abschnitt aus der Bauchganglienkette von *Locusta viridissima* (n. Leydig). *a* Längsstränge; *b* Ganglion; *c* Seitennerv; *d* sympathischer Nerv.

Ringe, und ihnen entsprechen, ausser dem Gehirn mit dem kleinen *Ganglion infraoesophageum,* elf Bauchknoten. Im ausgebildeten Schmetterlinge, wo die Brustringe zum Thorax mit einander verbunden sind, sind auch die Brustganglien in gleichem Grade, zu zweien, verwachsen, und im Hinterleibe, dessen Bewegungsthätigkeit zurückgetreten, sind gleichfalls mehrere Ganglien zurückgetreten oder verschwunden. Gleicherweise sind in früheren Embryonalperioden

bei den meisten Arthropoden die Bauchstränge noch völlig getrennt wahrzunehmen, die später, so wie die Ganglien, sich vereinigen. Insofern man nun den Schmetterling für höher entwickelt hält als seine Raupe, scheint der Schluss gerechtfertigt, dass, je concentrirter die Bauchganglienkette, desto höher auch der systematische Rang des Thieres sei. So viel diese Ansicht für sich hat, erleidet die Regel doch grosse Beschränkungen. Es ist z. B. unstatthaft, innerhalb der niederen Krebse aus den Abtheilungen der Copepoden, Ostracoden und Daphniden aus dem Verhalten der Bauchkette systematische Schlüsse zu ziehen. Bei *Cythere* ist dieselbe wohl entwickelt, bei verwandten Gattungen dagegen fast ganz reducirt. *Astacus fluviatilis* hat mit dem *ganglion infraoesophageum* sechs Thoracal- und sechs Abdominalganglien. Bei vielen Krabben, z. B. *Cancer maenas*, ist dagegen das untere Schlundganglion mit den übrigen Anschwellungen der Kette zu einer Masse verschmolzen.

Es würde aber doch gewagt sein, sie im Allgemeinen für höher organisirt als die langschwänzigen Decapoden zu halten.

Ausser bei den Krebsen findet sich diese höchste Centralisirung noch bei den Spinnen und Zecken. Es kommen mehrere Ganglien hinzu, sobald die Körpergliederung äusserlich weiter bemerkbar ist; und so weist der Scorpion, an dessen gegliederten Leib sich ein gegliederter Hinterleib anschliesst, ausser dem grossen, aus der Verschmelzung mehrerer entstandenen Brustganglien noch eine Reihe nachfolgender Ganglien auf.

Was die Insekten betrifft, so können wir uns mit der Bemerkung begnügen, dass hier am constantesten ein durch Form und Grösse wenig ausgezeichnetes unteres Schlundganglion vorkommt, dann drei Thoraxganglien und eine Reihe von Abdominalganglien.

Die Nerven für die verschiedenen Organe entspringen im Allgemeinen aus den ihnen zunächst liegenden Ganglien; so aus dem unteren Schlundganglion die Nerven der Mundwerkzeuge und Palpen, die Fuss- und Flügelnerven aus den Thoracalganglien, während natürlich bei den Krabben und Spinnen das einzige grosse Brustganglion sämmtliche, vom Gehirn nicht versehene Partieen mit Nerven versorgt.

c) Das System der Schlundnerven.

Man hat vor Jahrzehnten den Gedanken ausgesprochen, das gesammte Nervensystem der Arthropoden entspräche dem sympathischen oder Eingeweide-Nervensystem der Wirbelthiere. Später ent-

deckte man bei Annulaten *(Hirudo)* und Gliederthieren einen theils unpaarigen, theils paarige Nerven, welche zwar im oberen Schlundganglion wurzeln, aber durch Einschaltung von kleinen Ganglien sich von den übrigen Hirnnerven unterscheiden. In ihnen glaubte man den Sympathicus gefunden zu haben. Sie vergleichen sich ihrer Function nach aber besser dem *nervus vagus*, da sie nur die vorderen Partieen des Nahrungskanals versehen. Beispiele bieten namentlich die Käfer.

d) Der sympathische Nerv.

Nachdem die Idee anfgetaucht und bald wieder aufgegeben war, die Bauchganglienkette der Arthropoden entspräche dem Sympathikus der Wirbelthiere, erblickte man das Analogon desselben in den unter c) eben abgehandelten Schlundnerven. Der eigentliche Sympathikus der Annulaten und Arthropoden (am genauesten untersucht bei Hirudo und verschiedenen Insekten) ist ein zwischen den beiden Längscommissuren des Bauchmarkes sich herabziehender medianer Nerv, der aus den einzelnen Ganglien der Bauchkette seine Wurzeln empfängt, kleine Ganglien bildet, und dessen Aeste in die Nerven der Bauchkette eingehen, um sich weiter nach aussen, an ihren mikroskopischen Elementen erkennbar, wieder von jenen abzusondern. „Bei den Wirbelthieren liegt der Sympathikus unterhalb des Rückenmarks, bei den Arthropoden gehört er der oberen Fläche des Bauchmarks an. Gerade dieses Lagerungsverhältniss, in welchem der Sympathikus der Arthropoden zum Bauchmark steht, nöthigt uns fast, die Fragen von der Einheit des Bauplanes zu berühren" (Leydig). Semper.

Tastorgane.

Sie sind allgemein verbreitet. Die Crustaceen sind fast durchweg mit einem oder zwei Paar Antennen als Gefühlsorganen versehen, durch welche sich die aus dem oberen Schlundganglion tretenden Nerven erstrecken. (Fig. 43.) Um sich über die specifische Beschaffenheit solcher Tastwerkzeuge zu unterrichten, eignen sich besnders die kleinen An-

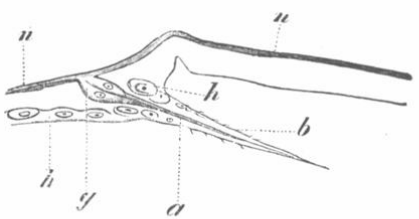

Fig. 43. Tastborste von der Antenne von Sida (n. Claus). *h* Hypodermiszellen; *B* Borste; *n* Nerv; *g* Ganglienzellen; *a* Axenfaden.

tennen der *Cladocera*. In sie treten aus dem Ganglion des Nerven eine Anzahl Fasern, und jede derselben wird zu einer in's Freie ragenden „Tastborste", mit einer knopfförmigen Anschwellung endigend. Auch bei anderen Krebsen und Arthrozoen sind die mit einer Anschwellung endenden Hautnerven mit einfachen oder gefiederten Haaren zu Tastwerkzeugen verbunden. Im Uebrigen gehören die wichtigsten Tastorgane als Palpen zu den Mundwerkzeugen, namentlich bei Spinnen und Insekten.

Geruchsorgane.

Bei den meisten Insekten, ganz besonders entwickelt bei den Hymenopteren, finden sich an den Antennen kleine Gruben oder Kegel, in deren Grund die Endapparate eines besonderen vom Gehirn stammenden Nerven hineinragen. Das sind wahrscheinlich die Geruchsorgane. Unter den Krebsen sind bei Asellus aquaticus „Geruchszapfen" entdeckt, zarte Cylinder auf festerer Basis auf den Endgliedern der kürzeren Fühler in Verbindung mit einer Nervenfaser. (Fig. 44.)

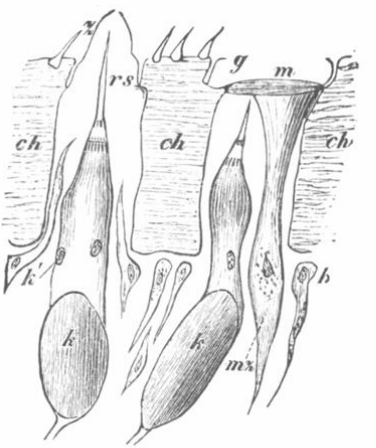

Fig. 44. Abschnitt eines Längsschnittes aus der Fühlergeissel der Wespe, die Geruchsorgane enthaltend (n. Hauser). *ch* Chitinschicht; *h* Hypodermiszellen; *mz* Membran — *m* bildende Zelle; *z* Geruchskegel; *k* grosse Kerne der Riechzellen; *k'* Reste eines früheren oberen Kernes; *rs* Riechstäbchen.

Augen[1]).

Die Bezeichnungen der Theile des Arthropodenauges haben die Kenntniss der entsprechenden Reihe dieses Organes bei den Wirbelthieren zur Voraussetzung, wie das auch bei der Untersuchung der übrigen Wirbelthiere zufolge der historischen Entwicklung der Fall ist. (Fig. 45.)

Die Augen der Arthropoden sind entweder einfache (ocelli, stemmata) oder zusammengesetzte (facettirt). Wir beginnen

1) Die wichtigste Arbeit: Grenacher Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. 1878. Dazu Graber Ueber das unicorneale Tracheatenauge. Arch. f. w. An. XVII.

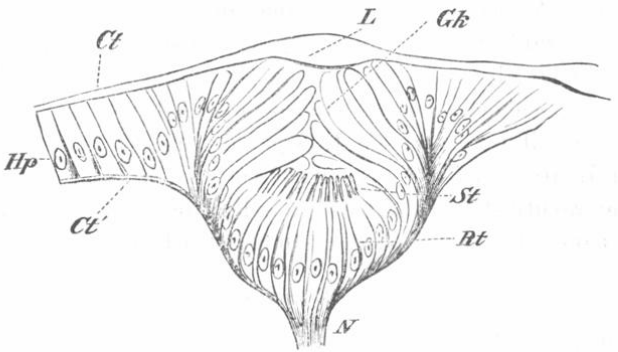

Fig. 45. Auge der Larve von *Dytiscus* (n. Grenacher). *Ct* Cuticula; *ct'* innere Cuticula; *L* Linse; *Hp* Hypodermis; *Gk* Glaskörper; *Rt* Retina; *St* Stäbchen; *N* Sehnerv.

mit dem Stemma, wie es die Larven vieler Insekten, viele Orthopteren, Dipteren, die Hymenopteren, die Spinnen und Myriopoden besitzen. Seine Bestandtheile sind: 1. eine linsenförmig gewölbte Cornea, welche gleich der allgemeinen Chitindecke des Körpers der hinter ihr gelegenen durchsichtigen Zellenschicht (Hypodermis) ihre Entstehung verdankt; 2. der Glaskörper, die eben genannten durchsichtigen, oft verlängerten und vergrösserten Hypodermiszellen. An diese, die Lichtstrahlen leitenden, bilderzeugenden Theile legt sich 3. die Retina, ebenfalls eine Zellenschicht. Nach Grenacher würden die Elemente derselben in der That nur einfache, ebenfalls aus der Hypodermis stammende Zellen sein, vorn je mit einem stabförmigen Gebilde, hinten übergehend in eine Faser des Sehnerven. Vom Glaskörper ist die Retina durch eine cuticulare Zwischenlamelle getrennt [1]).

Viele Crustaceen, namentlich die Decapoden, und fast alle Insekten im Imagozustande besitzen die sogenannten zusammengesetzten Augen [2]), deren Hornhaut in scharf contourirte vier-, fünf- oder sechsseitige Felder, Facetten, getheilt ist. Auch diese Facetten sind ein modificirtes Integument, wie die übrigen Wände der Augenkapsel, deren hintere Wand für den Ein-

1) Die Einwürfe Grabers werden in der Arbeit Grenachers über das Auge der Myriopoden (Arch. f. wiss. An. XVIII. 1880) beglichen.

2) Hypothetisches Urauge. „Vermehrung der Einzelelemente des Urauges führt uns zum Stemma. Vermehrung der Zahl der Einzelaugen, nähere Agregirung derselben unter leichter Umformung der Elemente dagegen leitet uns zum Facettenauge hinüber.“ Grenacher.

tritt der strangförmigen Weichtheile durchlöchert ist. Zu jeder Corneafacette gehört ein solcher Strang. Er zerfällt in einen vorderen, dem Glaskörper des Stemma entsprechenden und einen hinteren nervösen Theil. Die ursprüngliche und bei vielen Insekten zeitlebens verharrende Form jenes vorderen Theiles ist die, dass eine bestimmte Anzahl von Zellen, meist 4, zusammen einen, mit der Spitze nach innen gerichteten Kegel bilden (acone Augen). (Fig. 46.) Bei den Crustaceen und den meisten Insekten scheidet die Gesammtheit dieser Zellen den sogenannten Krystallkegel aus (eucone Augen). An denselben oder sein Aequivalent stösst die, in der Regel aus 7 Zellen gebildete Retinula, und gewöhnlich verschmelzen die zu den einzelnen Retinulazellen gehörigen Stäbchen zu einem anscheinend einheitlichen axialen Stamme, dem Rhabdom. Jeder Krystallkegel mit seiner Retinula pflegt durch Pigment isolirt su sein. Das Sehen mit dem facettirten Auge ist auf die Theorie vom „musivischen Sehen“ (Johannes Müller. 1829) zurückzuführen. Bedenken dagegen liegen in der grossen Unregelmässigkeit der die Strahlen leitenden Medien bei vielen Arthropoden und in der oft höchst geringen Anzahl von Facetten mit Zubehör, durch welche das Bild aus einzelnen punktförmigen Theilchen zusammengebracht werden soll[1]).

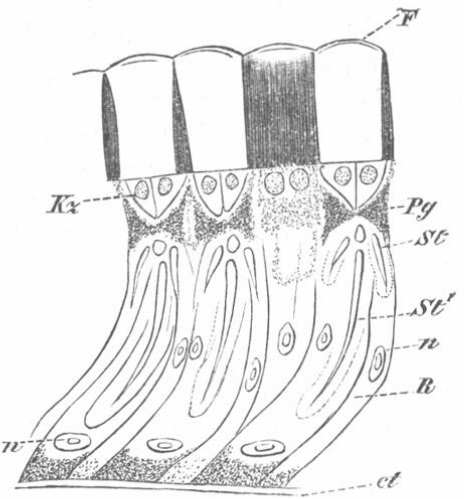

Fig. 46. Senkrechter Schnitt aus dem zusammengesetzten aconen Auge von *Tipula* (n. Grenacher). *F* Facetten; *Kz* Krystallzellen; *Pg* Pigmentzellen; *R* Retinula; *St* peripherische Stäbchen; *St'* centrale Stäbchen, ein vor ihnen vorn quer abgebrochenes Stück hängt mit den Krystallzellen zusammen; *n* Kerne der Retinulazellen; *ct* innere Cuticula.

1) Auch im menschlichen Auge kommt das Bild eigentlich musivisch zu Stande durch die etwa 150 Millionen Stäbchen und Zapfen, oder, wenn die Stäbchen dabei nichts zu thun haben sollten, die $3^1/_2$ Millionen Zapfen. Das Bild bei den am besten bedienten Insekten würde dagegen aus 10 bis 12 Tausend Theilen zusammengesetzt sein, das Bild im Seitenauge der Phronima, die ja auch als ein sehr guter Seher gilt, nach meinen Zählungen aus 200 bis 480 Theilen. Man kann leicht berechnen,

Gehörorgane.

Unter den Crustaceen besitzen nur die Decapoden, diese aber allgemein, Gehörwerkzeuge. Sie liegen im Basaltheil der inneren Antennen, kommen jedoch bei den Caridinen auch frei vor und bestehen im Wesentlichen darin, dass von dem Endganglion eines Nerven ein feiner Faden in ein Chitinhaar hineintritt und an einen eigenthümlichen Theil der Haarwand sich festsetzt. Diese Haarwand vollführt bei entsprechenden Tönen Schwingungen. Diese Haare stehen also in der Regel auf der inneren Fläche eines im Antennengliede enthaltenen Gehörsackes, welcher geschlossen sein kann *(Leucifer)*, gewöhnlich aber durch eine spaltenförmige Oeffnung mit der Aussenwelt communicirt. Bei den Brachyuren enthält er kein steiniges Concrement; bei den übrigen finden sich Otolithen, entweder regelmässige Bildungen, welche im Thiere entstehen, oder häufiger von aussen aufgenommener Sand. Bei *Mysis* liegt das Gehörorgan im Schwanze.

Wenn nun auch von anderen Crustaceen die Gehörorgane nicht ausdrücklich beschrieben sind, so muss doch auf jene eigenartigen Haarbildungen und Kegel wiederholt hingewiesen werden, die, mit Nerven versehen, an den Antennen verschiedener Ordnungen gefunden wurden. Sie sind oben als Geruchswerkzeuge gedeutet; die Möglichkeit liegt aber auch offen, dass es „Hörhaare" sind.

Von den Insekten sind die Orthopteren am längsten hinsichtlich ihrer Ohren bekannt. (Fig. 47.) Bei den Acridiern (*Gomphocerus* u. a.) bemerkt man oben und an den Seiten des ersten Hinterleibsringes einen eiförmigen Ausschnitt, umgeben von einer hornigen Einfassung, in welcher eine dünne Membran als Trommelfell ausgespannt ist. Durch Verdickung und Faltung des Trommelfelles entstehen nach innen einige „Hornvorsprünge" (Kegel, Seitenjoch, Grube. Dreiseitige Kapsel), mit welchen die Endigungen — Kolben und stabförmige Körperchen — des vom 3. Brustganglion kommenden Hörnerven in Verbindung treten. Auffallender noch ist

---

unter Berücksichtigung des oft sehr grossen Winkels, unter dem die extremen Kegel auseinandergehen, dass in diesem und ähnlichen Fällen vom Zustandekommen eines wirklichen „Bildes" nach menschlicher Vorstellung gar nicht die Rede sein kann. Dagegen werden die Thiere noch höchst feine Bewegungen wahrnehmen. Bestärkt wird man in dieser Annahme durch den Nachweis von Grenacher, dass im Scolopendren-Auge ein Bild sicher deshalb unmöglich ist, weil die Stäbchen quer liegen, d. h. im Sinne der Bilderzeugung überhaupt nicht afficirt werden können.

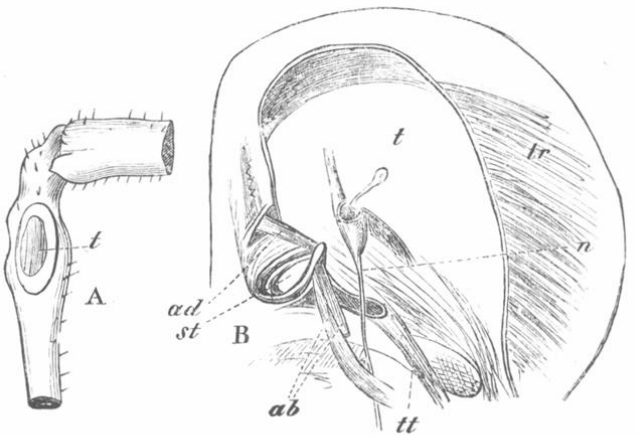

Fig. 47. *A* Stück des Vorderbeins von *Phaneroptera falcata* mit dem Trommelfell. *B* Gehörorgan eines Acridiers, *Stauronotus cruciatus*, von innen (n. Graber). *t* Trommelfell; *tr* Trommelring; *st* Stigma; *ad*, *ab* Verschlussmuskeln des Stigma; *tt* Tensor Tympani; *n* Gehörnerv.

die Lage der Gehörorgane bei den Locustiden und Achetiden in den Tibien des ersten Fusspaares, z. B. bei *Locusta viridissima*. Auf beiden Seiten der Tibien findet sich ein längliches, freies oder durch eine Chitinfalte überdecktes Trommelfell, an welches sich die zweigespaltene erweiterte Tibialtrachee anlegt. In dem Raume vor der Trachee nach der vorderen Tibialwand verläuft die „Leiste der Gehörstifte"; seitlich von dieser der aus einem Ganglion hervortretende Gehörnerv. Er giebt für jeden Stift eine Basalganglionzelle und eine Verbindungsfaser ab. Bei den Grylloden entdeckte Graber nur oberhalb der Trommelfelle ein zweihörniges Ganglion, dessen End-Elemente mit dem Integument verbunden sind. Da dies hier der alleinige nervöse Endapparat ist und ein ähnlicher supratympanaler Abschnitt von G. auch bei den Locustinen gefunden wurde, meint der Entdecker, dass die Hauptfunction bei der Perception der Schallschwingungen diesem supratympanalen Organe zufiele.

Auch bei den Käfern und Diptern ist ein dem Ohr der Orthopteren entsprechendes Organ nachgewiesen, übereinstimmend namentlich durch die stäbchenförmigen Nervenendigungen. Bei jenen liegt es in der Wurzel der Hinterflügel auf dem braun chitinisirten Streifen, der als „Subcostalvene" bezeichnet wird. Bei den Diptern ist es in der Basis der Halteren angebracht.

Anders die otocystenartigen Organe in den Antennen

verschiedener Dipteren (z. B. *Syrphus balteatus*), deren Bedeutung übrigens sehr zweifelhaft.

Ernährungssystem. a) Darmkanal. Der Darmkanal fast aller Crustaceen verläuft ziemlich geradlinig, oder macht nur geringe Biegungen und ist auch gewöhnlich ohne blindsackige Anhänge. Die Aftermündung, die sich gewöhnlich am Schwanzende befindet ist ausnahmsweise bei den Cirripedien, wegen des abweichenden Schalenbaues, am Ende einer langen, aus der Schale hervorgestreckten Röhre. Unter den verschiedenen, die Darmwandungen ausmachenden Schichten zeichnet sich die innere mehr wie bei den Arachniden und Insecten durch ihren Chitingehalt aus, namentlich an den Enden. Sie nimmt an dem Häutungsprocesse Theil.

Am einfachsten, röhrenförmig, ist der Darmkanal bei mehreren Ordnungen der Entomostraceen, den Parasiten, Phyllopoden, auch einigen Copepoden *(Cyclops)*, während er bei anderen Phyllopoden *(Daphnia)* von der Speiseröhre nach vorn und oben steigt und sich dann nach hinten umbiegt. Bei den meisten übrigen Crustaceen folgt auf einen engeren geraden Oesophagus ein Magen, dessen Epithelium sich gewöhnlich durch Haar- und Borstenbildung, sowie durch die Bildung von chitinösen Leisten und Zähnen auszeichnet. Am meisten ist dies bei den Decapoden der Fall, deren hinter der Stirn liegender Magen in einen vorderen blasenförmigen und einen hinteren, in den Pylorus übergehenden, pyramidenförmigen Theil zerfällt. In diesem hinteren Theile befindet sich ein sehr eigenthümliches Gerüst, an dem sich mehrere Platten und Balken, ein mittlerer, unpaariger, zweizinkiger Zahn, der in das Innere der Magenhöhle von oben hineinragt, und zwei seitliche Zahnleisten unterscheiden lassen. Obgleich das Gerüst durch einige von Aussen sich an dasselbe setzende Muskeln bewegt werden kann, scheint es doch nicht zum eigentlichen Kauen benutzt werden zu können. Zur Zeit des Schalenwechsels (Juli, August) wechselt auch das Gerüst. Während von der Schleimhaut des Magens unter dem alten Gerüst das neue ausgeschieden wird, wird jenes theilweise aufgelöst und fällt zusammen.

Unter den Spinnen ist der Darmkanal der Taranteln und Scorpione eine einfache, ungefähr gleich weite Röhre und unterscheidet sich dadurch von dem Darmkanal der übrigen Arachniden, bei denen er bald (Tardigraden) weit und unregelmässig eingeschnürt ist, bald regelmässige, magenartige Erweiterungen und kurze und lange Blindsäcke zeigt und gewöhnlich in einen kurzen

verengerten Mastdarm übergeht. Durch ungewöhnlich lange Blindsäcke sind die Pycnogoniden und *Galeodes* ausgezeichnet, wo sie sich bis in die Kieferhöhlen, Taster und Beine erstrecken. Der im Cephalothorax der Araneen befindliche Magen ist ringförmig, und durch seine Oeffnung tritt vom Rücken ein mit dem, diesen Spinnen eigenthümlichen Saugapparate sich verbindender Muskel.

Am Verdauungskanal der Insecten, dessen Wände im Allgemeinen aus drei Schichten, einer äusseren Peritoneal-, einer mittleren Muskel-, und einer inneren homogenen Epithelialschicht bestehen, lassen sich meist verschiedene Abtheilungen unterscheiden, die verschiedenen Functionen vorstehen und nach der Art der Nahrungsmittel sich mehr oder minder entfaltet haben. Gewöhnlich ist der Darmkanal der pflanzenfressenden Insecten zusammengesetzter als der von animalischen, einer geringeren Assimilation bedürftigen Stoffen lebenden. Der längere oder kürzere Schlund führt in der Regel in einen Kropf *(ingluvies)*, hinter welchem sich häufig, namentlich bei dem Orthoptern, Coleoptern und Neuroptern ein an der Innenfläche mit borsten- und leistenartigen gezähnelten Erhabenheiten besetzter Kaumagen (*proventriculus*) befindet. Bei den saugenden Insecten sehen wir statt der genannten Erweiterungen mit dem Oesophagus einen blasenförmigen, gestielten, dünnwandigen Saugmagen zusammenhängen. Die folgende Abtheilung, der eigentliche Magen, Chylusmagen (*ventriculus*), ist die wichtigste, indem hier vorzugsweise die Verdauung vor sich geht. Dieser Chylus bereitende Abschnitt entspricht also nicht nur dem Magen, sondern zugleich auch dem Dünndarm der höheren Wirbelthiere, und diejenige Abtheilung des Darmkanals der Insecten, welche Dünndarm genannt wird, hat mit der Verdauung wenig oder nichts zu thun. Es giebt jedoch Insecten (namentlich Käfer, Cicaden) mit langem Enddarm, dem wahrscheinlich noch eine Rolle bei der Resorption des Chymus zufällt. Der Enddarm beginnt am Pylorus des *ventriculus*, wo die sogenannten Malpighischen Gefässe münden.

b) Speicheldrüsen und Leber.

Den Crustaceen fehlen die Speichelorgane fast allgemein; nur bei den Cirripedien findet sich ein Paar in den Magen mündender Drüsen, und mit noch mehr Gewissheit sind zwei oder mehrere sich in die Mundhöhle öffnende Drüsen der Myriopoden für Speichelorgane zu halten.

Sehr verbreitet sind die Speicheldrüsen aber bei den Spinnen und Insecten. Bei den Spinnen (selbst bei den Tardigraden) ist gewöhnlich ein Paar vorhanden, dessen Ausführungsgänge in die Mundhöhle oder auch (bei den Scorpionen) in den Schlund gehen. Die Insecten haben häufig zwei oder auch drei Paare, die längere oder kürzere Gefässe darstellen oder auch durch ihre Trauben- und Büschelform an die conglomerirten Drüsen der höheren Thiere erinnern. An dem eigentlich ausscheidenden Theile erkennt man gewöhnlich eine *tunica intima*, eine Zellenschicht und eine diese umfassende *tunica propria*, während diese Häute in den Ausführungsgängen eine festere, hornartige Beschaffenheit angenommen haben, und die *tunica intima* oft Spiralbildungen zeigt nach Art der Tracheen. Seltener, wie dies am oberen, unter der Stirn liegenden Paare von *Formica rufa* der Fall ist, besteht die Drüse aus einzelnen grossen Zellen, deren jede ihr Secret durch einen feinen, von der die Zelle einschliessenden *tunica propria* gebildeten Kanal nach einem kurzen gemeinschaftlichen Ausführungsgang leiten lässt. Meist stellen diese Drüsen fadenförmige Schläuche dar, die namentlich bei den Larven zu den Seiten des Darmkanals sich weit in die Leibeshöhle hinein erstrecken. Das Secret ist weniger ein Speichel, sondern wirkt ähnlich, wie der Magensaft der höheren Thiere, das Pepsin.

Bei den meisten Arthropoden, welche keine von den Wandungen des Mitteldarmes gesonderten, Galle oder andere verdauende Secrete liefernden Drüsen (gewöhnlich „Leber", richtiger „Hepatopancreas" genannt) besitzen, müssen wir vermuthen, dass die Epithelialzellenschicht des chylopoetischen Theiles des Darmkanals einen gallenartigen Saft secernirt, und dies um so mehr, wo sich, wie bei den meisten niederen Crustaceen, schon kleinere Drüsenfollikel oder, bei den Cirripedien, bei *Daphnia*, vielen Insecten, längere blindsackartige Ausstülpungen formirt haben. Aber erst wo diese Blindsäcke sich mehr isoliren, werden sie zu einer wirklichen, die Functionen von Leber und einer Verdauungsdrüse vereinigenden Drüse, wie sie sich unter den Crustaceen weniger vollständig bei den Isopoden, Amphipoden u. a., sehr vollständig aber bei den meisten Decapoden entwickelt hat. Als Beispiel mag *Astacus fluviatilis* dienen. Hier besteht das paarige Organ jederseits aus drei Lappen, und jede Hälfte mündet mit einem Ausführungsgang hinter dem Pförtner des Kaumagens in den Darmkanal. Die Lappen werden wieder durch längliche finger-

förmig verbundene Follikel gebildet; die näheren Bestandtheile der Follikel sind eine *tunica propria*, die an ihr befestigte secernirende Zellenschicht und eine den Follikel locker von innen auskleidende *tunica intima*, durch welche das Secret durch Diffusion dringt. Auch viele Insecten besitzen am Anfange des Mitteldarmes Anhänge, welche als „Leber" bezeichnet werden.

Bei den Araneen und Scorpioniden scheint die von vielen Naturforschern „Fettkörper" genannte bräunliche Masse, welche durch mehrere Ausführungskanäle mit dem Darm in Verbindung steht, die Leber zu sein. Von diesem Fettkörper ist das bei den Insectenlarven sich ansammelnde *corpus adiposum* ganz verschieden, welches, aus grössten Theils wirklichen Fettzellen gebildet, zum Verbrauch während des ruhenden Puppenlebens verwendet wird. Daneben dient er auch bei vielen Insecten zur Anhäufung von Harnsäure.

c) Gefässsystem. Kreislauf.

Die meisten Arthropoden sind mit einem, den Blutlauf regelnden Centralorgane versehen, das man bei den Myriopoden, Spinnen und Insecten wegen seiner Schlauchform das Rückengefäss, bei den Crustaceen aber, wo es gewöhnlich kürzer ist, Herz zu nennen pflegt.

Das Rückengefäss der Insecten ist ein in der Mittellinie des Abdomen gegen den Rücken zu liegender Schlauch. Es besteht aus einer Reihe, gewöhnlich 8, mit einander communicirenden Kammern mit je einer linken und rechten seitlichen Spaltöffnung. Letztere werden entweder durch klappenartige Einstülpungen gegen die Rückstauung des Blutes geschlossen, oder es werden die verdickten Ostienlippen durch sich kreuzende Ringfasern gesperrt. Beim Nachlass des Verschlusses tritt das Blut seitlich ein. Die letzte Kammer, vorn, geht in einen einfachen oder sich spaltenden Arterienstil über. (Fig. 48.)

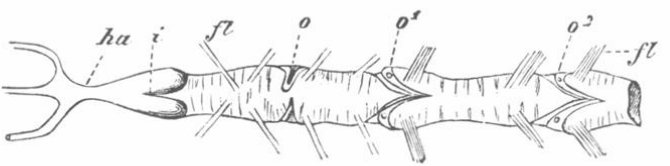

Fig. 48. Hinterer Theil des Rückengefässes einer Ephemera-Larve (n. Jaworowski). *ha* hintere Aorte; *i* Interventricular-Klappen; *o* letztes Ostienpaar; o^1 o^2 Ostien mit taschenartigen Klappen; *fl* Flügelmuskeln.

Das Herzrohr ist durch besondere Muskeln an der Rückenwand befestigt und liegt in einem, grösstentheils mit einem schwammigen Zellgewebe und Tracheen erfüllten Hohlraume. Nach unten wird dieser durch das von den Flügelmuskeln und deren Bindegewebe gebildete netzartige Septum von dem Eingeweideraum getrennt. Bei Contraction der Flügelmuskeln muss das Blut aus dem Eingeweideraum in die Rückenkammer übertreten, wo wegen des Tracheenreichthums die Athmung vorzugsweise stattfinden muss. Auch ein über der Ganglienkette liegendes Bauchseptum ist vorhanden, durch dessen Bewegungen der untere rücklaufende Blutstrom geregelt wird.

Das speciellere Verhalten des Herzens der Spinnen und Myriopoden verdient eine neuere Vergleichung.

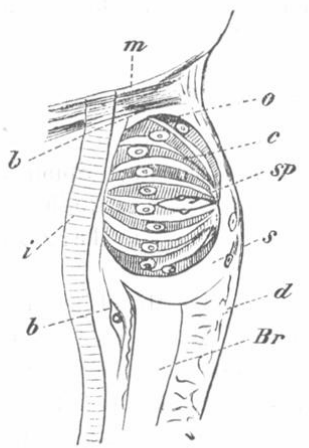

Fig. 49. Herz von *Moina brachiata*, v. d. Seite (n. Claus). *s* pericardialer Blutsinus; *d* Schalenduplicatur; *Br* Bruträum; *i* Darmwand; *b* Bindegewebssuspensorien; *m* Mandibelmuskel; *c* Herz; *sp* linke Spalte; *o* ostium arteriosum.

Es schliesst sich hieran die längliche Form, welche das Herz mehrerer Ordnungen der Krebse angenommen, namentlich der Phyllopoden und Stomatopoden. Bei den Cladoceren ist das Herz ein einfacher, rundlicher oder ovaler Behälter, der behufs der Aufnahme des Blutes mit zwei seitlichen Spaltöffnungen versehen ist, und aus dem das Blut durch eine vordere und hintere Oeffnung tritt, wenn nicht an diesen Stellen Arterien entspringen. Bei den übrigen Ordnungen der Crustaceen verhält sich das Herz ähnlich, hat aber mehr venöse Spalten und giebt gewöhnlich mehr Arterienstämme ab, als dort Arterienöffnungen oder wirkliche Arterien sich finden. Seine Form ist namentlich bei den Decapoden auffallend, platt und polygonal. Es liegt immer in der Mittellinie des Vorderrückens. (Fig. 49.)

Nur bei den Scorpioniden ist ein vollständig geschlossenes Gefässsystem beschrieben worden. Ihre Arterien sollen sich verzweigen und unmittelbar in ein Venensystem übergehen, welches zu den Athemorganen führt, von wo aus das Blut wiederum durch eigene Gefässe zum Herzen zurückgelangt.

Im Uebrigen aber fehlt den Arthropoden ein geschlossenes Gefässsystem, indem sich entweder ausser dem Herzen (Rückengefässe) gar keine Gefässe beobachten lassen, oder das Gefässsystem höchstens in mehreren Arterien besteht, die entweder plötzlich aufhören oder allmälig sich verzweigend verschwinden, worauf die Blutflüssigkeit in bestimmten Strömen durch den ganzen übrigen Körper läuft. Zuerst häufig sehr fein, vereinigen sich diese Ströme zu stärkeren venösen Stämmen und stellen so einen vollkommenen Kreislauf her, wobei die Richtung und Vertheilung der Ströme theils durch den ursprünglichen Herzstoss und die verschiedenen im Wege liegenden Organe, theils auch durch eigens ausgespannte Membranen oder Leisten moderirt wird.

Bei den Crustaceen sind die arteriellen Gefässe, wie es scheint, am weitesten verbreitet, wiewohl man bei mehreren Ordnungen, den Entomostraceen, und Phyllopoden keine Spur von ihnen bemerkt. Bei den Branchiopoden fehlen sie wenigstens in der Familie der *Cladocera (Daphnia* u. a.) nicht, aus deren Herzen nach vorn ein sich mehrfach theilender *truncus arteriosus*, sowie seitlich und nach hinten andere Arterien entspringen, die sich durch ihre Länge und weit gehende Verästelung vor den ausnehmend kurzen Arterienstämmen der Isopoden, Amphipoden, auch der Pöcilopoden auszeichnen. Vollständiger ist das Arteriensystem bei den Stomatopoden und noch mehr bei den Decapoden. Aus dem polygonalen zipfeligen Herzen des *Astacus fluviatilis* entspringen aus einem vorderen Aortenstamme drei Arterien, eine mittlere für die Augen und zwei seitliche für die Antennen und den Cephalothorax. Zwei ihnen zur Seite liegende Arterien versorgen die Leber, und eine nach hinten abgehende grosse Schwanzarterie spaltet sich bald nach ihrem Austritt und versorgt durch ihren Bauchtheil die Mundtheile und Füsse, durch den Rückentheil die am Rücken des Abdomen gelegenen Organe. Die Angabe, dass den Decapoden auch ein Venensystem zukäme, scheint auf Täuschung zu beruhen, wie denselben auch eigene, das Blut aus den Kiemen zum Herzen bringende Gefässe fehlen. Das Blut gelangt bei ihnen, nachdem es in grossen lacunalen, venösen Strömen die Kiemen erreicht, aus diesen in einen weiten, von nicht contractilen Wänden umgebenen Sinus, aus welchem es während der Diastole des Herzens durch die Herzspalten aufgenommen wird.

Die Phalangien haben nur das Rückengefäss ohne Arterien,

die Aranceen aber verhalten sich wie die höheren Ordnungen der Crustaceen, indem das in mehreren, sich bis in die oberen Glieder der Beine verzweigenden Arterien das Rückengefäss verlassende Blut seinen weiteren arteriellen und venösen Lauf in wandungslosen Körperlacunen vollendet und sich gleichfalls in einem, das Rückengefäss umgebenden Sinus ansammelt.

Bei den meisten derjenigen spinnenartigen Thiere, welche als in Rückbildung begriffen anzusehen sind, wie die Acarinen und Pentastomen, auch bei den Bärthierchen fehlen Herz und Gefässe. Die in der Leibeshöhle enthaltene Blutflüssigkeit wird durch die Körperbewegungen umhergetrieben, und bei vielen fast bewegungslosen Milben wird die Bewegung der Blutmasse durch die lebhafteren Bewegungen amöboider Blutkörperchen ersetzt. Die Asselspinnen besitzen ein, oben nicht von Muskeln, sondern nur von der Hypodermis und Cuticula des Rückens geschlossenes Herz.

Bei den Insecten wird das Blut durch die allmälige Zusammenziehung des Rückengefässes, die in der Weise von hinten nach vorn geschieht, dass die hinterste Kammer sich schon wieder ausdehnt, ehe die vorhergehende Contraction bis zur ersten Kammer gelangt ist, durch den Aortentheil getrieben und kehrt in vier Hauptströmen, von denen einer unter dem Rückengefässe, einer über der Ganglienkette und zwei neben den grossen Tracheenstämmen fliessen, zum Rückengefässe zurück. Kleinere Nebenstämme vertheilen sich in die Fühler, Füsse, Flügel u. s. w. Da die Bewegung der Flüssigkeit in diesen Anhängen nicht wohl allein von dem Drucke der Hauptströme abhängen kann, scheinen hier und da eigenthümliche Vorrichtungen zur Fortbewegung angebracht zu sein, so in den Tibien der Beine ein pulsirendes, knotenförmiges, als Pumpstengel wirkendes Organ, wie auch in anderen Theilen herzartige Organe (bis jetzt freilich nur im Schwanze der Larve von *Ephemera diptera* beobachtet).

Ein ganz ähnliches Verhältniss zeigt die durch besondere Muskulatur zu Contractionen und Erweiterungen befähigte Schwanzflosse des Argulus, in welche fast das gesammte Blut aus dem Leibesraum einfliesst, ehe es durch die Seitensinusse zum Herzen zurückkehrt.

Nach Graber soll das den Mittel- und Enddarm umgebende Hohlraumsystem des sogenannten Fettkörpers ein Analogon des Chylusgefässsystemes sein, indem bei vielen Insecten der durch die

Darmwandungen gehende Chylus in diese Hohlräume abfliessen muss, ehe er sich im Perigastrium mit der allgemeinen Leibesflüssigkeit vermischen kann.

Das Blut der Arthropoden ist meist farblos; ist es gefärbt (röthlich, gelblich u. a.), wie bei mehreren Crustaceen und Insecten, so ist die Färbung immer an die Blutflüssigkeit gebunden und rührt nicht von den stets farblosen, gewöhnlich amöboiden Blutkörperchen her.

d) Athmungswerkzeuge.

Die Crustaceen athmen, mit Ausnahme nur ganz einzelner Isopoden, vermittelst Kiemen, deren Bildung aber so mannigfaltig ist, wie wir sie kaum in einer anderen Klasse wiederfinden. Häufig werden diese Kiemen nur durch eine Verdünnung der Körperbedeckung hervorgebracht, ohne dass diese zu besonderen Anhängen sich gestaltete; gewöhnlich sind die Kiemen selbständige Organe, in welche das Blut durch besondere Nebenbahnen geleitet wird, und an denen, wenn sie sich nicht selbst bewegen, der Wasserwechsel bei Abwesenheit der Flimmerorgane durch besondere Strudelwerkzeuge bewirkt wird. Sehr häufig sind sie an den Füssen befestigt. Wenn die Körperbedeckung selbst in grösserer oder geringerer Ausdehnung zur Kieme wird, indem sie eine dünnere Beschaffenheit annimmt oder Blätter und Falten bildet, begeben sich in diese Stellen kleine, ganz wandungslose, verzweigte und nur durch sparsames Parenchym getrennte Blutströmchen. Dies ist z. B. der Fall bei den meisten Copepoden; auch gehört in diese Kategorie der Kiemen das häutige Kopfschild der Caligiden, die Schwanzblätter und Seitentheile des Rückenschildes von *Argulus*, das Rückenschild von *Apus*. Bei mehreren Cladoceren (z. B. *Daphnia*, *Acanthocercus*) nehmen die Endglieder mehrerer Fusspaare eine blattförmige Gestalt an und werden zu wahren Kiemen, indem sie besondere Blutströmchen empfangen und durch fortwährende pendelnde Bewegung das Wasser erneuern. Eine andere Form der Athemorgane finden wir in kleinen ei-, birn- oder lanzettförmigen Anhängen, wie sie die Lepaden, Phyllopoden, mehrere Cladoceren *(Acanthocercus)*, die Lämodipoden, Amphipoden und Stomatopoden an den Füssen oder Afterfüssen, die Lämodipoden auch frei am Leibe haben. Die Zahl dieser Kiemen-

blätter nimmt zu bei den Isopoden, noch mehr an den Afterfüssen der Pöcilopoden. Sehr entwickelte Kiemen haben mehrere Stomatopoden, so namentlich die Squillen, deren aus kammförmig geordneten Fäden bestehende Kiemenbüschel von den fünf Afterfusspaaren (Schwimmfüssen) getragen werden. Die an oder neben der Basis der Füsse des Cephalothorax und an den hinteren Beikiefern angebrachten Kiemen der Decapoden liegen in zwei, durch die Seitentheile des Schildes gebildeten Kiemenhöhlen, in welche das Wasser durch eine untere Spalte gelangt, während es seitlich von den Mundtheilen durch fortwährende Bewegung der Geisseln und anderer Anhänge der Beikiefern wieder ausgetrieben wird. Die einzelnen Kiemen sind sehr verschieden gestaltet; häufig ist die Pyramidenform, indem von einem mittleren, einen arteriellen und einen venösen Kanal enthaltenden Schafte nach mehreren Seiten Blättchen abstehen, die nach der Spitze zu allmälig kleiner werden.

Auch bei den Landkrabben, namentlich *Birgus*, kann ein Theil der Kiemenhöhle zu einer wahren, Luftathmenden Lunge umgewandelt werden, woneben die Kiemen an Zahl und Grösse reducirt werden.

Alle diese Kiemen sind für die Wasserathmung bestimmt; selbst die Landisopoden scheinen zwischen ihre Kiemenplatten Feuchtigkeit aufzunehmen, wobei die äussere Lamelle eines jeden Kiemenpaares der inneren als Deckel dient. Mehrere Onisciden jedoch (z. B. *Porcellio*) haben in den beiden ersten Paaren der Decklamellen eine Höhle mit einem sehr feinen Luftgefässnetze, und bloss auf Luftathmung scheint *Tylos* angewiesen zu sein, in dessen unter den Deckplatten verborgenen Lamellen sich Luftsäcke finden.

Das Tracheensystem der Myriopoden kommt in allen wesentlichen Stücken mit dem der Insecten überein. Nur bei *Scutigera* finden sich keine Tracheen. Was man in neuerer Zeit für die der Spiral-Verdickungen ermangelnden Tracheen dieser Gattung ausgegeben, sind die Ausführungsgänge einer in jedem Rückenschilde enthaltenen Drüse.

Bei den Tardigraden, Pycnogoniden und mehreren Acarinen hat man besondere Athmungsorgane nicht gefunden.

Die Athmungsorgane sämmtlicher übrigen Arachniden und Insecten lassen sich auf einen Typus zurückführen, den der Tracheen.

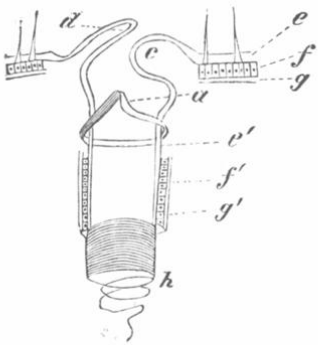

Fig. 50. Stigma und Tracheenstamm eines Insects, schematisch (n. Graber). *de* Stigmenlippen; *ee'* Cuticula; *ff'* Hypodermis; *g* bindegewebige Stützmembran; *h* Spiralfaden der Tracheencuticula.

Wir sehen das Tracheensystem am reinsten ausgebildet bei den Insecten. Die Tracheen sind cylindrische Röhren, durch welche die Luft in alle Theile des Körpers geleitet wird; sie bestehen aus einer äusseren, meist farblosen (Peritoneal-) Haut und einer inneren homogenen Chitinhaut; dazwischen Hypodermis. Reifenförmige oder spiralige Verdickungen der letzteren geben den Tracheen das Ansehen, als ob sie durch einen selbständigen Spiralfaden ausgespannt erhalten würden. (Fig. 50.)

Man kann die Tracheen der Insecten in Lungen- und Kiementracheen eintheilen. Die letztere Art ist die bei einer Anzahl der im Wasser lebenden Larven[1]) gewöhnliche; sie unterscheiden sich von den anderen durch den Mangel an Luftlöchern, indem die Luft aus dem Wasser durch feine, auf der Körperoberfläche *(Chironomus, Tanypus)* oder auf besonderen kiemenartigen Anhängen ausgebreitete Tracheenzweige oder auch durch isolirte Tracheenbüschel absorbirt wird. Diese wird erst von hier aus in die grossen Luftröhrenstämme zur weiteren Verbreitung übergeführt. Die Aehnlichkeit mit den Kiemen ist also nur eine sehr entfernte, da nie eine eigentliche Wasserathmung bei den Insectenlarven statt findet. Denn selbst bei den Larven und Puppen von *Aeschna* und *Libellula*, welche regelmässig Wasser in den Mastdarm ein- und auspumpen, wird die Luft durch die in den Darmhautfalten befindlichen zahlreichen Luftröhrenverzweigungen unmittelbar aufgenommen.

Viel verbreiteter ist jedoch diejenige Form des Tracheensystems, wo die Tracheenstämme mit Athemlöchern *(stigmata, spiracula)* beginnen, deren Rand gewöhnlich mit Haaren dicht besetzt ist, und die häufig willkürlich geöffnet und geschlossen werden können. Die dabei thätigen Muskeln dienen zum Verschluss; das Oeffnen

1) Einige Perlfliegen, z. B. *Nemura lateralis* haben auch als Imagines ausser den gewöhnlichen Stigmen-Tracheen, Tracheenkiemen. Bei der genannten sitzen am Vorderrande der queren Sternalplatte je drei schlauchförmige Kiemen. Ihre Bedeutung kann nur die rudimentärer, vererbter Bildungen sein (Gerstäcker, Z. f. w. Zool. 1874).

geschieht durch das Federn von Chitin-Bogen oder Ringen. Das sind also die Verschlussapparate der Stigmen. Bei vielen Insecten (Fliegen, Hummeln) sind gewisse Stigmata, z. B. die der Hinterbrust, zu Ton- und Stimmapparaten verwendet, und sind dieselben, unter Hinzutritt elastischer Membranen, das Homologon der Verschlussvorrichtungen der nicht tönegebenden Tracheenöffnungen. Die Stigmata sind zwischen je zwei Leibessegmenten, nie aber zwischen Kopf und Prothorax und zwischen den beiden letzten Hinterleibssegmenten. Uebrigens ist ihre Zahl und Stellung ausserordentlich verschieden. Die gewöhnliche Anordnung des Tracheensystems ist die, dass zwei Tracheenstämme in der Nähe der Stigmen oder Tracheenkiemen liegen, von welchen aus sich die Aeste in den Körper erstrecken. Seltener entspringen die Körperäste unmittelbar aus den Stigmen, wobei aber doch auch kleinere Verbindungsröhren zwischen je zwei Athemöffnungen nicht fehlen.

Die blasenförmigen Erweiterungen der Tracheen, mit denen z. B. manche gut und lange fliegende Abend- und Nachtschmetterlinge, die Lamellicornien u. a. versehen sind, scheinen denselben Vortheil zu geben, wie die Luftsäcke der Vögel. Wegen des Mangels der Spiralfäden gewöhnlich collabirend, werden sie vor dem Auffliegen unter eigenthümlichen, namentlich bei den Lamellicornien (Maikäfer) auffallenden Bewegungen voll Luft gepumpt und vergrössern das Körpervolumen, ohne eine merkliche Gewichtszunahme zu verursachen.

An dieser Stelle sind die Leuchtorgane von Lampyris zu erwähnen, zwei am Bauch gelegene nervenreiche Platten, in welche sehr viele Tracheen eintreten. Letztere gehen in zarte sternförmige Zellen über, den Sitz des Leuchtprocesses.

Vergleichen wir hiermit die Respirationsorgane der Arachniden, so stimmen viele Milben, die Phalangien und Pseudoskorpione insofern mit den Insecten überein, als auch sie durch ein System von Kanälen athmen, welche von einem bis drei Paar Stigmen, meist über oder zwischen den Beinen oder an den ersten Hinterleibssegmenten gelegen, ausgehen. Jedoch nur bei wenigen Milben ist dies Tracheensystem verästelt, gleich dem der Insecten, bei den übrigen verzweigen sich die Kanäle nicht, und ein solches unverzweigtes Tracheensystem kommt auch vielen, vielleicht allen Araneen zu, ausser den sogenannten Lungen. So gehen z. B. bei *Salticus* zwei Tracheenbüschel von zwei am Hinter-

leibe gelegenen Stigmen aus, während bei *Segestria*, *Dysdera* und *Argyronecta* die beiden Stigmen nahe bei den sogenannten Lungensäcken liegen. Bei den übrigen Spinnen, wo das Tracheensystem mehr rudimentär wird, besteht es aus einem kurzen, vor den Spinnwarzen sich öffnenden Stamme mit vier, durch ihre platte Form sich auszeichnenden einfachen Aesten. Sehr häufig fehlt den Tracheen der genannten Arachniden der Spiralfaden; auch ist eine häufige Folge der Abwesenheit des Spiralfadens, dass die Tracheen nicht cylindrisch, sondern platt und bandförmig werden.

Eine Modification der Tracheen sind die sogenannten Lungen der Scorpioniden, Phryniden und Araneen, die eine auf der Localisirung des Apparates beruhende, oberflächliche Aehnlichkeit mit den gleichnamigen Organen der Wirbelthiere haben. Die Höhlungen (8 bei den Scorpioniden, 4 bei den Phryniden und Mygaliden, 2 bei den übrigen Araneen), welche paarweise in den Hinterleibssegmenten liegen, und deren jede mit einer Spaltöffnung (= Stigma) mündet, entsprechen den längeren oder kürzeren Stämmen, von denen die platten, bandförmigen, unverästelten Tracheen entspringen. (Fig. 51.) Letzteren aber sind die blätterförmigen, fächerartig geordneten Duplicaturen homolog, welche auf der convexen Fläche der Höhlen stehen, so dass von den Höhlen aus die Luft in sehr dünnen Schichten zwischen die Lamellen der einzelnen Blätter eindringt. Die Blätter haben einen gemeinsamen, der Peritonealmembran der Tracheen entsprechenden Ueberzug, von wo aus verschiedene Muskeln, welche das Zusammenfallen des Apparates verhindern, nach den Leibeswandungen gehen. Durch verschiedene, in dem gemeinsamen Ueberzuge sich vorfindende Oeffnungen ergiesst sich das Blut von der Leibeshöhle her zwischen die Abtheilungen des Fächers und umspült die Blätter unmittelbar.

e) Harnorgane.

Sehr allgemein münden bei den Insecten eine Anzahl dünner, fadenförmiger Schläuche hinter dem Chylusmagen in den Darmkanal, die Malpighischen Gefässe, welche lange Zeit nur für Gallenorgane gehalten worden sind, bis die chemische Analyse die Function als ausschliesslich Harn absondernder Organe unzweifelhaft gemacht. Ihre feinere Structur ist eine ähnliche, wie die der Speicheldrüsen. Sie münden theils einzeln, theils vereinigen sie sich zu kurzen Ausführungsgängen. Durch die grosse Menge der Malpighischen Gefässe zeichnen sich die Hymenoptern und Orthop-

tern aus, während bei den übrigen Ordnungen vier bis acht vorhanden zu sein pflegen. Der häufig gefärbte Harn geht durch den hinter dem Chylusmagen befindlichen Theil des Darmkanals mit den Fäces ab.

Fig. 51. „Lunge" eines Scorpions. *s* Stigma mit nächster Umgebung, von aussen; *v* Vorhöhle, von wo aus die Luft zwischen die Blätter des Tracheenfächers, *f*, dringt.

Bei den Arachniden, mit Ausnahme der Pycnogoniden und Tardigraden, verhalten sich die Harnorgane ganz ähnlich wie die Malpighischen Gefässe. Gewöhnlich sind sie verästelt und münden mit zwei Stämmen (Harnleitern) in den hinteren Theil des Darmkanals.

Bei manchen Copepoden und Cladoceren finden sich in der Wandung der mittleren Darmabtheilung Zellen mit Harnconcrementen. In die Kategorie der excernirenden Organe ist auch die sogenannte „grüne Schalendrüse" oder Antennendrüse der Decapoden aufzunehmen. Sie liegt seitlich im Vorderende des Cephalothorax, und steht mit einem kegelförmigen Vorsprung des Basalgliedes der äusseren Antennen in Verbindung. Ganz ähn-

liche Drüsen sind bei verschiedenen Copepoden, Phyllopoden und Amphipoden gefunden. Ueberall lässt sich daran ein „Harnkanälchen“ und ein „Endsäckchen“ unterscheiden.

Die Giftdrüsen der Spinnen und Insecten.

Sehr vielen Arachniden sind fadenförmige oder schlauchförmige Giftdrüsen eigenthümlich, deren Ausführungsgang in die hohlen Klauenfühler einmündet. Bei den Scorpionen liegen die Drüsen im letzten Schwanzsegment.

Die Giftdrüse der Biene ist ein langer, an seinem Ende meist in 2 kurze Gabeläste gespaltener Schlauch. Bei anderen Hautflüglern *(Myrmica)* überwiegen die Aeste. Das Secret sammelt sich in einer Blase. Auch die mit einem Legebohrer versehenen Phytophaga und Entomophaga besitzen eine der Giftdrüse der Aculeaten entsprechende Drüse. Am Stachel der Bienen und Verwandten sind die wichtigsten Theile die Schienenrinne und die zwei hohlen Stechborsten, welche Gebilde nebst den übrigen den Muskeln zu Ansatzstellen dienenden Chitingebilde bei den anderen Hymenoptern als Terebrä unter mannigfachen Umwandlungen wiederkehren. Der ganze Stachelapparat entsteht aus Ventraltheilen des vorletzten und drittletzten Segmentes. Schienenrinne, Stechborsten und die membranösen eingestülpten Fortsetzungen derselben, die Stachelscheiden sind Segmentanhänge, den Beinen homolog. So ist es wenigstens bei der Honigbiene.

Der in den Haaren der Processionsraupe befindliche Stoff ist, wie bei den Ameisen, Bienen, Wespen, Spinnen u. a., Ameisensäure. Mit jedem Haare steht eine unmittelbar unter der Haut liegende, flaschenförmige Drüse in Verbindung, zusammengesetzt aus langen, blinddarmigen, am Ende etwas angeschwollenen Kanälen und umhüllt von einer einfachen durchsichtigen Membran. Aehnliche Drüsen finden sich auch an den Haaren von *Bombyx salicis.*

Die Spinndrüsen der Spinnen und Insectenlarven. Der Stoff, aus welchem die Spinnen ihre Gewebe verfertigen, wird durch eine Menge von Drüsen secernirt, die zwischen den Eingeweiden des Hinterleibes liegen und auf vier (bei *Mygale)* oder sechs (bei den übrigen Araneen) Spinnwarzen münden. Die feinere Structur dieser Drüsen ist sehr einfach und gleichförmig, indem überall eine secernirende Zellenschicht zwischen einer *tunica propria* und einer *tunica intima* liegt. Ihre Zahl ist häufig ganz enorm; so zählt man bei *Epeira* über tausend.

Die Spinnwarzen haben die Form schief oder gerade abgestumpfter Kegel und bestehen aus zwei oder drei Gliedern. Die Ausführungsgänge der Drüsen ragen als die sogenannten Spulen oder Spinnröhren über die Gipfel der Warzen hinaus, und der Spinnefaden besteht also aus so viel einzelnen Strängen, als Drüsen und Spulen vorhanden sind.

Die Larven vieler holometabolischen Insecten, welche entweder schon vor dem Puppenzustande in einem gemeinschaftlichen Gewebe leben, wie manche Raupen, oder sich für ihr Puppenleben einspinnen, sind mit Spinndrüsen *(sericteria)* versehen, deren Structur mit derjenigen der Speicheldrüsen übereinstimmt, und die als fadenförmige, während der Spinnzeit anschwellende Schläuche zu beiden Seiten des Darmkanals liegen. Ihre Ausführungsgänge münden an der Unterlippe. Bei der Larve von *Myrmeleon* versieht der Mastdarm die Stelle der Spinndrüse.

Fortpflanzungssystem A. Die Geschlechtsorgane. Unter den Crustaceen sind nur bei manchen Cirripedien beiderlei Geschlechtsorgane in demselben Individuum vereinigt. Das Ovarium der Lepaden liegt im Stiel, bei den Balanen zerfällt es in mehrere, zwischen den Mantelblättern befindliche Partieen. Bei beiden verweilen die Eier bis zum Auskriechen der Jungen in der Mantelhöhle. Die Hoden bestehen aus zwei Haufen traubenförmig vereinigter Follikel, zu den Seiten des Darmkanals. Ihre weiten *vasa deferentia* vereinigen sich am Grunde des bekannten schwanzförmigen Anhanges, durch welchen sich der *ductus eiaculatorius* erstreckt.

Bei den übrigen Crustaceen sind die weiblichen und die männlichen Organe auf verschiedene Individuen vertheilt, sind aber deshalb häufig verkannt worden, weil beiderlei Geschlechtswerkzeuge oft täuschend in den äusseren Formen sich einander wiederholen. Zu anderen irrigen Meinungen hat der Umstand Veranlassung gegeben, dass bei einigen Gruppen, z. B. den Copepoden, selten, bei manchen Arten der Cladoceren noch gar nicht die Männchen gefunden sind, und dass bei anderen Ordnungen, namentlich den Parasiten, häufig die Männchen so ausserordentlich klein im Vergleich zu den Weibchen sind, dass sie leicht ganz übersehen werden, oder, bei ihrem schmarotzenden Aufenthalt am Weibchen, selbst

wieder für eigene Schmarotzergattungen der Weibchen gehalten worden sind.

Unerachtet der vielen Abweichungen in den verschiedenen Ordnungen und weiteren Unterabtheilungen, lässt sich doch ein gemeinsamer Typus der Geschlechtsorgane, sowohl der weiblichen als der männlichen, nicht verkennen, daher auch die genauere Beschreibung aller dieser Variationen mehr ein specielleres zootomisches Interesse hat, als wir hier verfolgen.

Weibliche Geschlechtsorgane der Crustaceen und Myriopoden.

Die gewöhnlich doppelten Ovarien liegen neben dem Darme; sie sind theils (Parasiten, Lophyropoden, Lämodipoden, Isopoden, Amphipoden u. a.) einfache Schläuche, theils (z. B. bei *Apus*) vielfach verästelt. Das Ovarium von *Astacus fluviatilis* ist dreilappig, indem die beiden seitlichen Lappen den beiden Ovarien der übrigen Crustaceen entsprechen; es liegt unter dem Herzen. Zu jedem Eierstock gehört ein besonderer Eileiter, und beide Eileiter münden, nach einem längeren oder kürzeren Verlaufe gesondert, gewöhnlich an der Basis eines Fusspaares nach aussen, z. B. bei den Anomuren und Macruren am dritten Fusspaare, bei den Brachyuren auch an demselben Körpersegment, aber zu den Seiten der Mittellinie. Die meisten weiblichen Crustaceen tragen die befruchteten Eier noch eine Zeit lang, meist bis zum Auskriechen der Embryonen, mit sich umher. Sie sind deshalb oft mit besonderen Hülfsorganen ausgestattet. (Fig. 52.) Dahin gehören u. a. die in der Nähe der Geschlechtsöffnungen mündenden Drüsenschläuche, die einen Kitt zur Befestigung der Eier absondern (Entomostraca). Sehr häufig sind auch, wo diese Kittorgane fehlen, am Bauche besondere Bruttaschen *(marsupium)* zur Aufnahme der Eier angebracht (Lämodipoden, Asseln, Amphipoden u. a.) Bei den Decapoden werden die Eier durch die bei den Weibchen stärker entwickelten Afterfüsse gehalten.

Die beiden Hauptabtheilungen der Myriopoden sind auch durch ihre Geschlechtswerkzeuge getrennt. Der Eierstock der Chilognathen ist doppelt, beide Eierstöcke entweder von einem gemeinschaftlichen Sacke umhüllt *(Polyxenus, Glomeris, Julus, Polydesmus)* oder jeder von einem eigenen Sacke umgeben *(Craspedosoma)*. Die Geschlechtsöffnungen dieser Gattungen liegen paarig unmittelbar hinter dem 2. Fusspaar. Der Eierstock der Chilo-

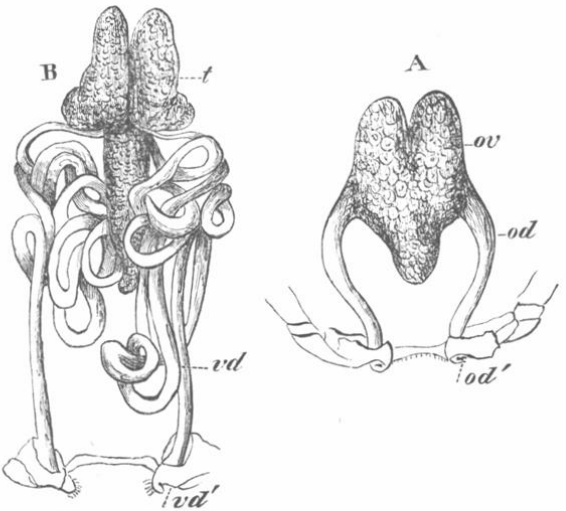

Fig. 52. A Weibliche Fortpflanzungsorgane des Flusskrebses (n. Huxley). *ov* Eierstock; *od* Eileiter; *od'* Mündung desselben. B Männliche Fortpflanzungsorgane des Flusskrebses (n. Huxley). *t* Hode; *vd* Samenleiter; *vd'* Mündung des Samenleiters.

poden *(Lithobius, Scolopendra* etc.) ist einfach und liegt oberhalb des Verdauungskanals. Allgemein finden sich *receptaculum seminis* und zwei bis vier accessorische Drüsen.

Männliche Geschlechtsorgane der Crustaceen und Myriopoden.

Nur selten, wie bei den *Cyclopidae*, ist der Hode einfach; in der Regel ist er doppelt, und es findet sich demnach meist auch jederseits ein Ausführungsgang, mit dem äussere Ruthen in Verbindung stehen. Die Mündungen der *vasa deferentia*, deren letzten, erweiterten Theil man bei den höheren Ordnungen als *ductus eiaculatorius* bezeichnet, liegen sehr verschieden, so z. B. bei den meisten Decapoden, am Hüftgliede des letzten Fusspaares.

Sehr viele männliche Crustaceen sind mit äusseren Copulationsorganen ausgestattet, mit welchen sie bei der Begattung die Weibchen festhalten. Gewöhnlich sind dies Krallen oder Haken an einem oder mehreren Fusspaaren, oder auch an einem Beine. In secundäre Ruthen ist das erste Paar Afterfüsse vieler Decapoden umgewandelt. Bei den Cyclopiden und manchen Decapoden bilden sich Spermatophoren. In dem unteren Theile der Ausführungsgänge sondert sich der Samen in einzelne cylindrische oder birn-

förmige Partieen, welche sich mit einer homogenen Membran umgeben. Von den Männchen der *Cyclopidae* werden diese Schläuche aussen an die Vulva des Weibchens geklebt.

Auffallende Eigenthümlichkeiten bieten die Geschlechtsverhältnisse der Ostracoden dar. Sie besitzen eine wunderbar geformte Schleimdrüse *(glandula mucosa)*, deren Secret zur Reifung der Zoospermien von Wichtigkeit zu sein scheint. Ihr Begattungsapparat ist complicirter, als er sich sonst bei den Crustaceen findet. Am merkwürdigsten sind aber die Zoospermien, welche einzeln einen Ueberzug von jenem Schleime bekommen, den sie später, gleichsam sich häutend, abwerfen. Ferner haben diese Samenkörperchen einen undulirenden Spiralsaum, rechts oder links gewunden, je nach der Körperhälfte, in der sie entstehen, und endlich erreichen sie die absolut grösste Länge, die bis jetzt in der Thierwelt beobachtet ist, indem sie bei *Cypris ovum* $^2/_3$‴—1‴ lang sind, über dreimal länger als das Thier selbst.

Die männlichen Geschlechtstheile der Myriopoden sind fast in jeder Unterabtheilung dieser Ordnung nach einem besonderen Typus gebaut. Während bei einigen (z. *Lithobius)* nur ein Hodenschlauch, gewöhnlich mit einem Paar Nebenhoden, sich sondert, haben andere Gattungen (z. B. *Glomeris*) zwei Hoden, und bei *Julus* sind eine Menge einzelner Hodenblasen in zwei Reihen vorhanden, die auf zwei, durch Queranastomosen verbundenen *vasa deferentia* aufsitzen. Die Geschlechtsöffnungen sind denen der Weibchen entsprechend. Die Bedeutung mehrerer Drüsen, deren Ausführungsgänge nach den Geschlechtsmündungen führen und welche auch die Weibchen besitzen, kennt man nicht.

Mehrere Chilognathen, z. B. *Polydesmus* und *Julus,* besitzen einen eigenthümlichen Begattungsapparat, der bei *Polydesmus complanatus* an die höheren Cruster erinnert, indem ein Fusspaar dazu verwendet ist. Die Begattung ist eine ähnliche, wie bei den Arachniden und Libelluliden. Dagegen hat kein Chilopode ein Begattungsorgan, wohl aber wird der Same in feste Spermatophoren verpackt, welche sich bei *Geophilus convolvens,* nachdem sie abgelegt sind, das Weibchen selbständig aneignen muss.

Mit Ausnahme der Tardigraden, deren hermaphroditische Geschlechtstheile aus einem grossen schlauchförmigen Ovarium, über dem hinteren Theile des Darmkanals gelegen, und aus zwei länglichen, mit dem Ovarium in die Cloake mündenden Hoden nebst

einem Samenbläschen bestehen, sind die Arachniden getrennten Geschlechtes.

Weibliche Geschlechtsorgane der Arachniden.

Die Ovarien sind in der Regel doppelt vorhanden, verschmelzen aber zuweilen so in der Mitte (bei den Phalangien), dass sie einen einzigen Bogen bilden, und bei den Scorpioniden bestehen sie aus drei engen, parallelen Schläuchen, welche durch vier Paar Querkanäle verbunden sind. Die beiden Eileiter gehen bei den Phalangien in eine Art von Uterus über, aus welchem sich ein zweiter langer und gewundener Oviduct fortsetzt; in der Regel aber führen die kurzen Oviducte gleich in die Scheide (z. B. bei den Araneen) oder in eine Legeröhre (bei mehreren Milben) über. Auch die Phalangien besitzen eine gegliederte Legeröhre. In die Scheide münden sehr häufig auch die Ausführungsgänge zweier Schläuche, die bei den Araneen wenigstens, denen sich *Pentastomum* anschliesst, als *receptacula seminis* functioniren, bei anderen Arachniden aber vielleicht als Kittorgane zu deuten sind. Die äussere Geschlechtsmündung befindet sich theils am Hinterleibe, z. B. bei den Araneen und vielen Acarinen, theils an der Brust, wie bei anderen Acarinen (*Acarus*, *Ixodes*).

Die paarigen Ovarien der Pycnogoniden liegen zwischen Rückengefäss und Darm; lange Aussackungen erstrecken sich von ihnen in die Extremitäten. Ganz ähnlich die Hoden.

Männliche Geschlechtsorgane der Arachniden.

Die Hoden variiren sehr an Zahl und Form, wiewohl die Duplicität vorherrscht, so z. B. bei den Araneen, deren Hoden zwei sehr lange und gewundene Schläuche sind. Ihre Ausführungsgänge münden zwischen den Lungensäcken an der Basis des Hinterleibes. Nur wenige Arachniden, z. B. die Phalangien, besitzen einen Penis; sehr häufig aber dienen die eigenthümlich gestalteten Palpen als Begattungsorgane. So bringen die männlichen Araneen vermittelst ihrer löffelartigen Palpen die Samenflüssigkeit auf die Vulva der Weibchen.

Bei *Pentastomum* finden sich, entsprechend den zwei drüsigen Anschwellungen der *vasa deferentia*, zwei als Begattungsorgane fungirende Cirren, ihnen zur Seite Chitinspitzen.

Bei allen Insekten sind die Geschlechtswerkzeuge auf verschiedene Individuen vertheilt, indem die sogenannten Geschlechts-

losen in den Kolonieen der Bienen und Ameisen unentwickelte Weibchen, in den der Termiten unentwickelte ♂ und ♀ sind, diejenigen Aphiden aber und Dipteren-Larven, welche ohne Befruchtung eine Brut hervorbringen, mit einer, morphologisch nicht vom Ovarium zu trennenden Keimdrüse ausgestattet sind. Die Geschlechtsorgane entwickeln sich vorzüglich während des Puppenzustandes, ihre Keime sind jedoch schon bei den Larven sehr früh zu entdecken, und man kann z. B. schon an den jungen Raupen die Geschlechter unterscheiden. In den besonderen Formen, namentlich der Ovarien und Hoden, unendlich mannichfaltig, zeigen die Generationsorgane der Insekten doch im Allgemeinen eine Uebereinstimmung, die zum Theil noch mehr hervortritt, als bei den Crustaceen und Arachniden.

Weibliche Geschlechtsorgane der Insekten.

Die beiden Ovarien nehmen, wenn sie ausgebildet sind, häufig den grössten Theil des Hinterleibes ein; sie bestehen aus einzelnen Röhren oder Schläuchen, in denen immer nur eine Reihe Eier liegt, die weniger entwickelten nach dem blinden Ende zu, so dass sie ein perlschnurförmiges Ansehen haben. Nur bei einigen Ordnungen ist die Zahl der Röhren eine geringe, wie bei den meisten Hemiptern; auch die Lepidoptern haben nur vier sehr lange Schläuche. Gewöhnlich aber sind sie in grösserer Menge vorhanden und auf die verschiedenartigste Weise gruppirt. Das offene Ende der Eiröhren führt in die beiden gewöhnlich kurzen Tuben oder Eileiter, und diese vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgange, dessen Ende die eigentliche Scheide ist. Mit diesem Ausführungsgange stehen aber noch mehrere schlauchförmige und drüsenartige Organe in Verbindung, durch deren nähere Kenntniss erst manches sonst Räthselhafte in der Fortpflanzungsgeschichte der Insekten aufgeklärt wird. Am weitesten nach hinten mündet die Samentasche *(receptaculum seminis)*, die vielleicht nur den Läusen und Verwandten fehlt, bei den meisten Insekten aber einfach oder auch (bei vielen Diptern) dreifach sich findet. Ihr oberer Theil ist der Samenbehälter *(capsula seminalis)*, dessen innere Wandung meist eine hornige Beschaffenheit und eine braune Färbung hat. Durch einen *ductus seminalis* steht die Samenkapsel mit der Scheide in Verbindung. Nicht selten mündet in den Gang der Samentasche eine paarige oder unpaarige Drüse *(glandula appendicularis)* von noch ungewisser Bestimmung.

Ein zweites, vor der Samentasche (von der äusseren Geschlechtsöffnung an gerechnet) in die Scheide mündendes Anhängsel ist die gewöhnlich birnförmige Begattungstasche *(bursa copulatrix)*. Sie kommt jedoch weniger häufig vor, indem sie mehreren Ordnungen, vielen Hemiptern, den Diptern, Hymenoptern, vielleicht auch den Neuroptern fehlt. Von den Orthoptern besitzen sie die Libelluliden. (Fig. 53.) Sie dient bei der Begattung zur Aufnahme des männlichen Gliedes und häufig auch des Samens, der nicht selten von besonderen häutigen Kapseln (Samenschläuchen, Spermatophoren) umgeben ist. Nie scheint jedoch der Same längere Zeit in der *bursa copulatrix* zu verweilen; der eigentliche Aufbewahrungsort desselben ist das *receptaculum seminis*, wohin die Zoospermien wahrscheinlich durch eigene Bewegung gelangen. Hier aber, in der Samentasche, behält der Same lange seine befruchtende Kraft, und die Befruchtung geschieht, ganz unabhängig vom Begattungsacte, während die Eier an der Mündung des *receptaculum seminis* vorbeigehen.

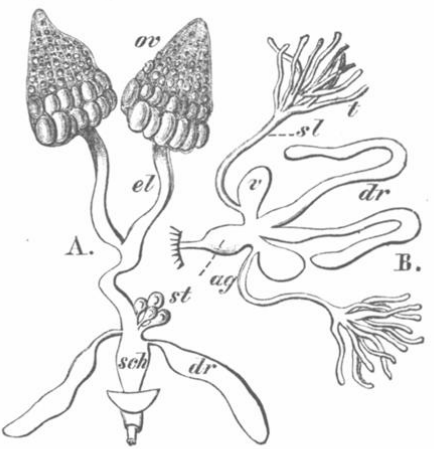

Fig. 53. *A.* Weibl. Geschlechtsapparat v. *Gymnosoma rotundata*, Zweiflügler (n. Graber). *ov* Eierstock; *el* Eileiter; *dr* Kittdrüsen; *st* Samentaschen; *sch* Scheide. *B.* Männlicher Geschlechtsapparat eines Borkenkäfers (n. Graber). *t* Samendrüsen; *sl* Samenleiter; *v* Samenblase; *dr* Anhangsdrüsen; *ag* Ausführungsgang.

Endlich ergiessen bei vielen Insekten noch besondere Kitt- oder Schleimdrüsen *(glandulae sebaceae)* ihr Secret in die Scheide, nahe bei deren Oeffnung, und diese Absonderung dient dazu, die gelegten Eier unter einander zu verbinden und hie und da zu befestigen.

Ueber die äusseren Geschlechtstheile ist oben Seite 127 ff. gehandelt.

Männliche Geschlechtsorgane der Insekten.

Die paarigen Hoden zeigen fast noch mannichfaltigere Formen als die Ovarien, indem sie zwar auch bei einigen Ordnungen, wie den Diptern und Lepidoptern, aus zwei einfachen, birnförmigen (Dipt.) oder länglichen Schläuchen bestehen, in den meisten Fällen

aber aus einer grösseren Anzahl in verschiedenster Weise gruppirter Blindröhren zusammengesetzt sind und nicht selten in ihrer Anordnung die Eierstöcke täuschend nachahmen. Häufig sind die Hoden durch eine eigenthümliche Pigmentschicht gefärbt, auch von einer besonderen Haut eingehüllt.

Die Hodenröhrchen münden durch kurze Ausführungsgänge in die beiden *vasa deferentia*, die nicht selten (z. B. bei *Nepa, Carabus, Cerambyx*) ausserordentlich lang und dann knäuel- oder spiralförmig gewunden sind. Als Samenblasen bezeichnet man die an dem unteren Ende der Samenleiter befindlichen Erweiterungen. Beide Samenleiter vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen *ductus eiaculatorius*, und kurz hinter der Vereinigungsstelle münden in diesen gewöhnlich mehrere schleimabsondernde Drüsen. Dieser Schleim dient hauptsächlich zur Umhüllung des Samens, mit dem er in die Begattungstasche ergossen wird, bildet auch, indem er eine membranöse Beschaffenheit annimmt, die oben erwähnten Spermatophoren.

Die männlichen Begattungsorgane zeigen bei den einzelnen Insektenarten eine so bestimmte Form der verschiedenen sie bildenden Leisten, Platten und Zangen, dass sie ganz genau an und in die weiblichen Geschlechtsorgane passen und schon deshalb eine Vermischung der Arten sehr erschwert ist. Fast überall ist ein Penis vorhanden, in welchen der *ductus eiaculatorius* übergeht. Er wird entweder von mehreren Schienen oder Klappen scheidenartig umgeben, wie bei vielen Diptern, den Lepidoptern, Hymenoptern, Orthoptern, Neuroptern, oder ist von einer hornigen Kapsel umschlossen, wie bei den Hemiptern und Coleoptern, bei welchen letzteren die Ruthe noch von besonderen kleinen Leisten und Gräten unterstützt wird. Gewöhnlich liegen die Copulationsorgane ausser dem Begattungsact im Hinterleibsende verborgen.

Eine der merkwürdigsten Abweichungen findet sich bei den Libellen. Ihr *ductus eiaculatorius* mündet am Hinterende, von zwei kleinen Klappen bedeckt, der Penis aber liegt weit davon entfernt, vorn an der Bauchseite des Abdomen, und bei ihm eine Samenblase, in welche das Männchen vor der Begattung die Samenflüssigkeit ergiesst. Ein hinter dem Penis befindlicher Zangenapparat dient zum Festhalten des Weibchens während der Begattung.

Fortpflanzungssystem. B. Die sogenannte ungeschlechtliche und die geschlechtliche Vermehrung und die Entwicklung. Einige Zweiflügler — *Cecidomyia*

und *Miastor* — werden schon als Larven zeugungsfähig, und man war geneigt, hier einen Fall des Generationswechsels zu erblicken, bis es sich ergab, dass die in den Larven sich bildenden Larven aus wirklichen Eiern hervorgehen, welche aber der Befruchtung nicht bedürfen. Die Jungen durchbrechen die Haut der alten Larven, nachdem sie sich von deren Fettkörper und Organen genährt. Auf eine Reihe solcher Larvengenerationen folgt die aus Puppen hervorgehende Generation der geflügelten Männchen und Weibchen.

Hieran reiht sich der sogenannte Generationswechsel der Blattläuse. Aus den im Herbste gelegten befruchteten Eiern schlüpfen im Frühjahr nur Weibchen aus, deren Geschlechtsorgane jedoch durch den Mangel des *receptaculum seminis* und der Kittdrüsen sich von denen der sich begattenden Individuen unterscheiden. Die Bildung des Embryo und die Anlage seiner Organe haben zwar manche Eigenthümlichkeiten, zeigen aber durch die Homologie mit der Entwicklung anderer Insekten aus befruchteten Eiern die Richtigkeit der Auffassung, dass es sich nicht um einen Generationswechsel handelt. Diese Art der Fortpflanzung der Aphiden dauert den Sommer hindurch. Die letzte Generation sind die beiden Geschlechter. So ordnen sich also diese Fälle der von verschiedenen anderen Insekten, auch den Cladoceren, Phyllopoden und anderen Krebsen bekannten jungfräulichen Fortpflanzung, der Parthenogenesis unter. Das geläufigste Beispiel gewährt die Honigbiene, deren Männchen aus unbefruchteten wahren Eiern hervorgehen. Von einer anderen Hymenoptere, *Polistes gallica,* überwintern die befruchteten Weibchen. Aus ihren Eiern gehen blos weibliche Individuen hervor, deren unbefruchtete Eier die Männchen geben. Aehnliches bei den Wespen und unter den Schmetterlingen bei den Psychiden.

Die embryonale Entwicklung auch der Arthropoden beginnt mit der Furchung, als einem Zellenbildungsprocess. Bei den niederen Krebsen scheint der ganze Dotter gleichmässig sich zu klüften und der Leib aus der daraus resultirenden Keimhaut zugleich allseitig angelegt zu werden[1]). Bei den meisten Arthropoden

1) Eine vielleicht höchst bedeutungsvolle Recapitulation dieses Vorgangs findet bei einzelnen Insekten statt, nämlich bei mehreren Gattungen der Pteromelinen aus der Abtheilung der Ichneumoniden. Auch hier entsteht der Embryo nicht aus einer beschränkten Keimanlage, sondern allseitig und nimmt auffallend die Gestalt eines parasitischen Copepoden an. Darauf beginnt die Metamorphose dieser ersten cyclopsähnlichen Larvenform mit einer Häutung, und im Innern treten Rückbildungen und

aber tritt von vorn herein bei ungleichmässiger Furchung der innere grobkörnige nutritive Dotter in Gegensatz zum oberflächlichen Bildungsdotter und sehr bald auch die durch den Keimstreifen bezeichnete Bauchseite zum Rücken. Das den Dotter umgebende Blastoderm entsteht entweder auf einmal, oder eine aus einer sogenannten partiellen d. h. ungleichen Furchung stammende Keimscheibe umwächst den Dotter.

Die Art, wie aus diesem einschichtigen primitiven Blastoderm sich die anderen Keimblätter sondern, ist verschieden. So z. B. scheidet bei *Oniscus*[1]) aus dem Blastoderm oder Ectoderm ein Zellhaufen gegen den Dotter zu aus, ein Keimhügel, aus welchem sich das Mesoderm und Entoderm (Darmdrüsenblatt) abgliedern. Bald darauf sieht man den Keimstreifen als eine Verdickung des oberen Blattes. (Fig. 54.)

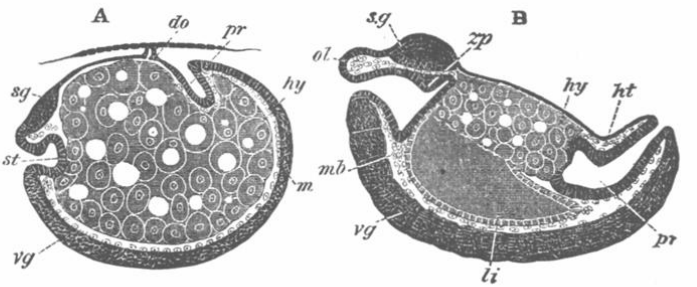

Fig. 54. Längsschnitte durch den Embryo von *Oniscus murarius* (n. Bobretzky). *st* Vorderdarm; *pr* Hinterdarm; *hy* Entoderm; *m* Mesoderm; *vg* Bauchganglienkette; *sg* oberes Schlundganglion; *li* Leber; *do* Rückenorgan; *zp* Anlage des Kauapparates; *ol* Oberlippe.

Vorder- und Hinterdarm entstehen als Einstülpungen vom Ectoderm aus, die Anlagen für die Körperanhänge als einfache Ausbuchtungen desselben, die Anlagen des Nervensystems ebenfalls aus einer Verdickung des oberen Blattes, eben dem Keimstreifen, der nun aus mehreren Schichten von Zellen zusammengesetzt ist und durch eine Längsfurche äusserlich in zwei parallele Keimwülste geschieden wird.

Zellenvermehrungen ein, womit die neue Larve das Verhältniss eines sich entwickelnden Eies annimmt. Nun erst wird der Keimstreifen angelegt, und es lenkt damit der Embryo in die Bahn der für die übrigen Insekten normalen Entwicklung.

1) Als treffliches Beispiel, an dem man sich in die Entwicklung der Arthropoden einarbeitet, ist Bobretzkys Untersuchung über Oniscus zu empfehlen. Zeitschrift f. w. Zool. XXIV. 1874.

Die Musculatur mit dem Herzen entnimmt ihr Material dem Mesoderm. Der grösste Theil der Zellen des Darmdrüsenblattes, welches den Dotter in sich aufgenommen hat, wird zur Bildung der Leber verbraucht, aus dem Rest entsteht der kurze Mitteldarm, welcher schliesslich mit den oben genannten Einstülpungen, dem Vorder- und Hinterdarm verschmilzt. Anders bei vielen Insekten, wo die bei Bildung der Keimhautblase im Innern des Dotters zurückbleibenden Zellen zum Epithel des Mitteldarms, dem eigentlichen Entoderm, zusammentreten, nachdem das Zellenmaterial für die Mesodermbildungen ebenfalls aus dem Ectoderm durch eine gastrulaartige Einstülpung und Abschnürung derselben gewonnen worden ist.

Bei verschiedenen Crustern entstehen am Rücken embryonale Hüllen, als deren Rudiment ein nabelschnurähnlicher Zellenstrang am Rücken des *Oniscus* anzusehen. Eine grössere Rolle spielen diese Hüllen bei den Tracheaten, namentlich das aus einer ventralen Faltenbildung des Ectoderms hervorgehende sogenannte Amnion, welches den Embryo in ähnlicher Weise bedeckt, wie das gleichnamige Organ der Wirbelthiere. Vom Amnion trennt sich bei der Verwachsung der Falten das äussere Faltenblatt. (Fig. 55.)

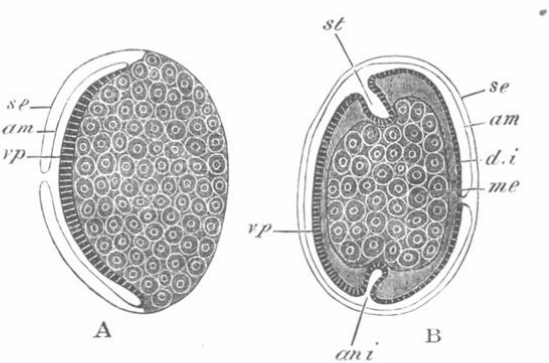

Fig. 55. Schematische Längsschnitte eines Insektenembryos mit den Embryonalhüllen (n. Balfour). In *A* haben sich die Amnionfalten noch nicht berührt. In *B* ist das von der Bauchplatte ausgegangene Rückenintegument fast vollständig. Mitteldarm als geschlossener von Dotterzellen erfüllter Sack. *am* Amnion; *se* seröse Hülle; *vp* Bauchplatte; *di* dorsales Integument; *me* Mitteldarm; *st* Vorderdarm; *ani* Hinterdarm.

Bei vielen Arthropoden ist mit dem Ausschlüpfen aus dem Ei die Entwicklung im Wesentlichen abgeschlossen z. B. beim Flusskrebs. Bei den übrigen folgt eine postembryonale Entwick-

lung, die wir in ihrem äusseren Verlauf als Metamorphose zu bezeichnen pflegen.

Der einfachere Fall der Metamorphose ist derjenige, dass die dem Ei entschlüpfte Larve ohne tiefer eingreifende histiologische Veränderungen allmälig zum geschlechtsreifen Thiere wird. Wir finden dieselbe vorzugsweise bei den Crustern.

Die meisten niederen Crustaceen (Rankenfüsser, Wurzelkrebse, Copepoden, Parasiten) verlassen das Ei im sogenannten Nauplius-Zustande[1]). Der Körper ist ei- oder birnförmig, trägt an dem stumpferen Stirnende ein einfaches Auge und ist mit zwei oder drei Paar Ruderfüssen mit Borsten versehen (innere, äussere Antennen, Mandibeln). Diese Larven bestehen eine mehrmalige Häutung, womit die Metamorphose weiter schreitet oder, bei den Lernäen und Wurzelkrebsen, zur rückschreitenden Metamorphose wird, indem die Gliedmaassen bis auf Rudimente oder spurlos verschwinden. Bei fast allen höheren Krebsen ist das Naupliusstadium in der Ontogenesis verloren gegangen oder auf schnell vorübergehende Stadien während der Eientwicklung beschränkt. Jedoch hat sich das volle Naupliusstadium auch bei einzelnen Decapoden erhalten (*Peneus* von der Küste von Desterro). (Fig. 56.)

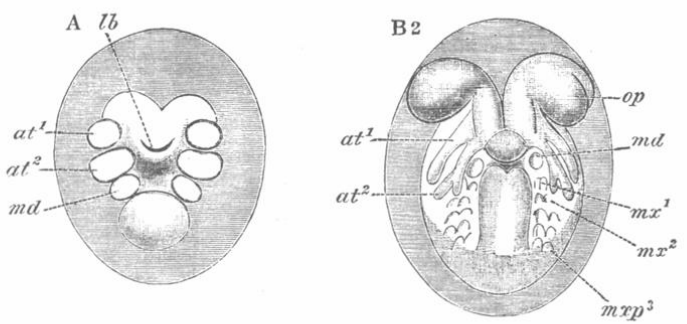

Fig. 56. Zwei Entwicklungsstadien von *Palaemon* (n. Balfour). *A* Naupliusst. *B* Stadium mit 8 Anhangspaaren. *op* Augen; at^1, at^2 erste, zweite Antenne; *md* Oberkiefer; mx^1, mx^2 erster, zweiter Unterkiefer; mxp^3 dritter Kieferfuss; *lb* Oberlippe.

Bei der Mehrzahl der Decapoden und besonders den Kurzschwänzen tritt die sogenannte Zoea-Stufe auf. Die das Ei

1) Die Larve wurde als Gattung *Nauplius* beschrieben; ebenso *Zoea*. Fig. 32.

verlassende Larve ist dem ausgebildeten Thiere ähnlicher, pflegt sich aber durch lange stachelförmige Fortsätze des Panzers und durch starke Entwicklung des Postabdomens auszuzeichnen. (Fig. 57.)

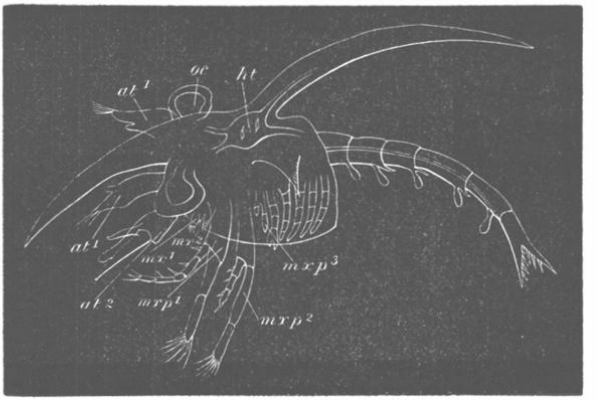

Fig. 57. Krabben-Zoea (n. Balfour). *ht* Herz.

Alle diese Verwandlungen haben das Gemeinsame, das zwar neue Segmente und Anhänge an und zwischen die schon vorhandenen sich an- und einschieben (abgesehen von den Fällen der Rückbildung), dass aber doch der einmal angelegte Larvenkörper nach und nach unter Verlust der provisorischen und Herausbildung der bleibenden Organe in den definitiven Zustand übergeht. So verhält es sich auch bei den chilognathen Tausendfüsslern, deren aus dem Ei kommende Larven nur mit 3 Paar Beinen versehen sind. Die Chilopoden dagegen (Fig. 58) erhalten schon auf einem frühen embryonalen Stadium die sämmtlichen Gliedmaassenpaare. Unter den Arachniden ist die Verwandlung mancher Milben in die Länge gezogen durch mehrfache Häutungen. So kommt bei *Atax*

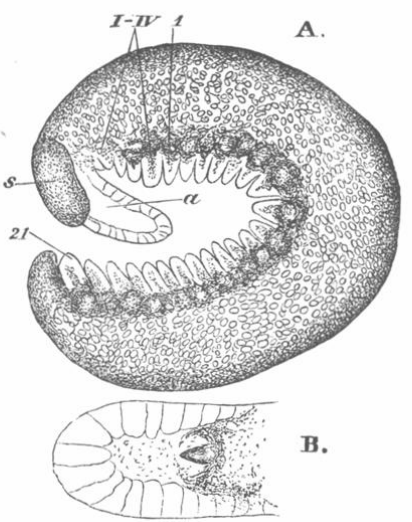

Fig 58. *A.* Embryo von *Cryptops hortensis*. *s* Kopfplatte; *a* Antenne; *I* u. *II* die beiden in Fig. 39 mit *u'* und *u* bezeichneten Mundtheile; *III* der erste Hülfskiefer (Fig. 39 *p*); *IV* der zweite, grosse Hülfskiefer; 1—21 die 21 Fusspaare. *B.* Der erste Hülfskiefer mit dem embryonalen Zähnchen mehr vergrössert.

(dem Schmarotzer der Unionen) durch Platzen der Eihaut ein sogenanntes Deutovum zum Vorschein, in welchem eine theilweise Verschmelzung von schon vorher ausgebildeten Organen, der Mandibeln und Taster, eintritt. Dieselben lösen und entwickeln sich dann erst wieder während eines späteren Larvenstadiums. Bei *Myobia* geht sogar dem ersten freien Larvenstadium ein Tritovum voraus.

Auch bei den Insekten findet meist, wie man am längsten wusste und für die Systematik verwerthete, eine Verwandlung, eine nachembryonale Entwicklung statt. Allein viel wichtiger und eingreifender als die äusseren Erscheinungen, welche die „vollkommene" oder „unvollkommene" Metamorphose begleiten, sind innere Bildungsvorgänge, welche weit über die Gränzen einer Verwandlung hinausgehen können. Die beiden wesentlichsten Formen der Insektenverwandlung fasst Weismann[1]) in folgenden Sätzen zusammen.

„Wir können zwei sich diametral gegenüberstehende Formen der Insektenmetamorphose unterscheiden, die eine, repräsentirt durch *Corethra* (eine Mücke) steht der Entwicklung ohne Metamorphose am nächsten, die andere durch *Musca* (Fliege), entfernt sich am weitesten von der metabolischen Entwicklung und stellt die extremste Form der Metamorphose dar. Ganz allgemein ausgedrückt bestehen die Unterschiede zwischen beiden darin, dass einmal eine continuirliche, das andere Mal eine discontuirliche Entwicklung stattfindet, in dem Sinne nämlich, dass Körpertheile und Organe des einen Entwicklungsstadiums sich von dem gleichnamigen des vorangehenden Stadiums direct herleiten, oder dass solches nicht der Fall ist, vielmehr Körpertheile und innere Organe des späteren Entwicklungsstadiums im Wesentlichen Neubildungen sind."

„Kurz charakterisiren lassen sich beide Formen etwa so: Typus *Corethra:* die Larvensegmente wandeln sich direct in die entsprechenden Abschnitte des Imagokörpers um; die Anhänge des Kopfes in die entsprechenden des Imagokopfes; die des Thorax entstehen nach der letzten Larvenhäutung als Ausstülpungen der Hypodermis um einen Nerven oder eine Trachea, von deren zelliger Hülle die Gewebsbildung im Innern des Anhanges ausgeht. Die Larvenmuskeln der Abdominalsegmente werden unverändert in die Imago herübergenommen, die der Imago eigenthümlichen Thorakalmuskeln, sowie einige weitere Abdominalmuskeln entwickeln sich in

1) Die Metamorphose der *Corethra plumicornis*. Leipzig 1866.

der letzten Larvenperiode aus indifferenten im Ei bereits angelegten Zellensträngen. Die Genitaldrüsen datiren aus dem Embryo und entwickeln sich stetig, alle übrigen Organsysteme gehen ohne oder mit geringer Veränderung in die Imago über. Kein oder nur ein unbedeutender Fettkörper. Puppenzustand kurz und mit activem Leben."

„Typus *Musca:* Thorax und Kopf entstehen unabhängig von den entsprechenden Hypodermisabschnitten der Larve, nur das Abdomen direct durch Umwandlung der acht hinteren Larvensegmente. Thorax und Kopf entwickeln sich aus Imaginalscheiben, welche embryonalen Ursprungs und im Innern der Leibeshöhle der Larve an Nerven oder an Tracheen festgewachsen sind. Erst nach der Bildung einer tonnenförmigen Puppenschale aus dem Chitinskelet der Larve wachsen die Imaginalscheiben zum Thorax und Kopf zusammen. Zerstörung sämmtlicher Larvenorgane entweder total oder durch Histolyse. Neubildung derselben unter Vermittlung der aus dem zerfallenen Fettkörper hervorgegangenen Körnchenkugeln. Genitaldrüsen im Embryo angelegt entwickeln sich stetig weiter. Puppenzustand lang dauernd und mit latentem Leben."

Man sieht sich vergeblich nach völlig zutreffenden Analogien dieser Entwicklungsweise in anderen Stämmen des Thierreiches um, und innerhalb der Arthropoden fehlt uns noch die nöthige Uebersicht. Wir haben oben gelegentlich der Mittheilungen über Milben und Pteromalinen auf die mehr oder minder frappante Rückkehr aus einem schon vorgeschrittenen Entwicklungsstadium in den eiähnlichen Zustand hingewiesen.