

31. Die *Heteropoden* sind pelagische Prosobranchier mit einem in Schwanz und Flosse gespaltenen Fuß, mit rudimentärer Schale oder nackt.

32. Die *Pulmonaten* sind in einem Teil ihrer Organisation opisthobranchierähnlich (orthoneur und hermaphrodit), im anderen Teil prosobranchierähnlich (Lage der Vorkammer, Entwicklung von Schale und Mantel); sie besitzen eine als Lunge functionierende Mantelhöhle.

33. Die **Cephalopoden** haben keinen echten Fuß, dagegen als homologe Teile den Trichter und die an den Kopf verlagerten, meist mit Saugnäpfen besetzten Tentakeln; sie haben einen unpaaren Mantel und eine unpaare oder gar keine Schale.

34. Die unpaare Mantelhöhle enthält 1 oder 2 Paar Kiemen. Aus der Mantelhöhle wird das Wasser durch den Trichter, eine unpaare Röhre, entleert.

35. Entsprechend der Duplizität der Kiemen, sind 2 (4) Vorkammern und 2 (4) Nierensäcke vorhanden; außer dem Körperherzen finden sich 2 bei Mollusken sonst nicht vorkommende Kiemenherzen.

36. Der Geschlechtsapparat ist gonochoristisch.

37. Ein den Cephalopoden eigentümliches Organ ist der Tintenbeutel.

38. Besonders hochentwickelt (abgesehen von *Nautilus*) ist das Auge (Retina, Chorioidea, Iris, Cornea, Glaskörper, Linse) und das Nervensystem (Ganglia optica, G. stellata, Ganglion sympathicum, außer den typischen Ganglien).

39. Die Eier zeichnen sich durch discodiale Furchung aus.

40. Man teilt die Cephalopoden ein in Tetrabranchiaten und Dibranchiaten.

41. Die *Tetrabranchiaten* (mit Ausnahme der Gattung *Nautilus* ausgestorben) haben 4 Kiemen, eine gekammerte Schale, primitive Augen, anstatt der Tentakeln zahlreiche Kopflappen.

42. Die *Dibranchiaten* haben 2 Kiemen, eine rudimentäre oder gar keine Schale. 8 oder 10 Tentakeln.

#### IV. Stamm.

#### Arthropoden, Gliederfüßler.

Bei der Besprechung der *Arthropoden* gehen wir davon aus, daß die unter diesem Namen zusammengefaßten *Spinnen*, *Krebse*, *Tausendfüße* und *Insecten* von Cuvier früher mit den *Anneliden* zum Stamm der *Articulaten* vereinigt wurden, und daß es jetzt noch viele Zoologen gibt, welche an dieser Vereinigung festhalten. Da sich hieraus entnehmen läßt, daß *Arthropoden* und *Anneliden* in vielen Punkten übereinstimmen, wollen wir die gemeinsamen Merkmale voranstellen und daran erst die Besonderheiten anreihen, welche für uns maßgebend sind, beide Tiergruppen zu trennen.

Verwandtschaft mit Anneliden.

Anneliden und Arthropoden sind gegliederte Tiere und unterscheiden sich gemeinsam von den ebenfalls gegliederten Wirbeltieren durch die Deutlichkeit der äußeren Segmentierung oder



Ringelung des Körpers. Die Grenzen zweier aufeinanderfolgender Segmente, welche äußerlich bei den Wirbeltieren nicht wahrnehmbar sind, markieren sich bei den „Articulaten“ durch Einkerbungen der Körperoberfläche, worauf die alten Namen: „*ἔρτορα*“, „*Insecta*“, „*Kerbtiere*“, Bezug nehmen. Ferner haben sämtliche Articulaten ein Strickleiternnervensystem, indem sich zu den bei den meisten wirbellosen Tieren vorhandenen Hirnganglien noch die metamer angeordnete Ganglienketten des Bauchmarks hinzugesellt. Was nun vornehmlich die Arthropoden von den Anneliden unterscheidet, ist zweierlei: 1. die besondere Art der Gliederung, 2. die Anwesenheit gegliederter Extremitäten.

Schon bei äußerer Betrachtung der Gliederung eines *Arthropoden* fällt zumeist auf, daß die Segmentgrenzen viel tiefer eingeschnitten sind als bei einem Ringelwurm. Die Ursache hierzu ist in der starken Panzerung der Haut zu suchen. Die Haut besteht aus einem einschichtigen Epithel, der Epidermis (nach ihrer Function Chitinogenmembran, früher auch fälschlich Hypodermis genannt) und einer vom Epithel ausgeschiedenen Cuticula, der Chitinschicht, welche die außerordentliche Festigkeit der Haut bedingt (Fig. 25); sie ist eine Lage von großer Mächtigkeit, ihrer Entstehung gemäß der Oberfläche parallel geschichtet, zudem aus einer Substanz gebildet, welche sich vor anderen organischen Substanzen durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und Alkalien unterscheidet. Nur beim Kochen mit Schwefelsäure wird das Chitin in Zucker und Ammoniak zerlegt. Sehr häufig (*Crustaceen*, *Myriapoden*) wird die Festigkeit des Chitinpanzers noch durch Ablagerung von kohlensaurem Kalk gesteigert. Dieser harte Panzer würde den Tieren jede Bewegung des Körpers unmöglich machen, wenn er nicht aus einzelnen gelenkig verbundenen Teilen bestände (Fig. 356), deren Grenzen mit den Segmentgrenzen zusammenfallen. An den Segmentgrenzen verdünnt sich das Chitin zu einem zarten Gelenkhäutchen; dasselbe ist aber verborgen, damit die weichhäutige Stelle dem Tiere nicht zum Verderben gereiche, indem jedes hintere Segment mit seinem Anfang unter das Ende des vorderen Segments geschoben ist. So kommt eine an ein Fernrohr erinnernde Verbindungsweise der Segmente zustande, welche tiefe Einkerbungen der Körperoberfläche veranlaßt.

Da die Deutlichkeit der Ringelung mit der Panzerung des Körpers zusammenhängt, verwischt sie sich, sowie das Bedürfnis nach Panzerung des Körpers aufhört. Ein lehrreiches Beispiel sind die *Paguren* oder Einsiedlerkrebse, die sich mit ihrem Hinterleib in ein Schneckenhaus einnisten: nur so weit, als der Körper aus der Schale heraustritt, ist er gepanzert; der Hinterleib ist weichhäutig und demgemäß auch ohne jede Spur von Ringelung (Fig. 403). — Der Chitinpanzer der *Arthropoden* bedingt einige weitere Eigentümlichkeiten, welche wir, obwohl sie mit der Gliederung nicht im Zusammenhang stehen, hier gleich anschließen wollen; zunächst die periodischen Häutungen der Tiere. Das Chitinkleid, einmal fertiggestellt und erhärtet, ist nur selten einer stärkeren

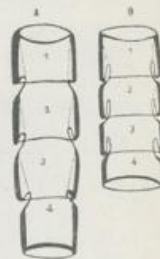


Fig. 356. Schema der Arthropodenringelung. 1—4 vier Ringe mit ihren Gelenkhäuten. A im ausgedehnten, B im kontrahierten Zustand. Die punktierten Linien bezeichnen die Muskeln (nach Graber).

a) Panzerung.

b) Häutung.



Ausdehnung fähig und würde ein Wachstum unmöglich machen, wenn es nicht entfernt werden könnte. Hat daher die Körpermasse eines *Arthropoden* so weit zugenommen, daß sie das Chitinkleid vollkommen ausfüllt, so platzt letzteres an bestimmten Stellen, den Nahtlinien; das weichehäutige Tier zieht sich aus dem alten Hemd, der „Exuvie“, heraus und kann sich nun innerhalb des neuen Kleides, das sofort gebildet wird, zunächst aber noch weich und dehnbar ist, vergrößern. — Eine weitere Folge des Panzers ist die eigentümliche Beschaffenheit der Haare, sowohl der gewöhnlichen Körperhaare, als auch der zu Sinnesempfindungen dienenden Tast- und Hörhaare. Auch sie sind cuticulare Gebilde, die häufig nur von einer einzigen Epidermiszelle ausgeschieden und bei jeder Häutung erneuert werden. Ein Chitinhaar sitzt im angrenzenden Chitin, beweglich mit einem Gelenkkopf in einer Art Gelenkpfanne eingelassen, und enthält im Innern einen Kanal, in den ein Ausläufer der unterliegenden Matrixzelle eindringt; soll das Haar zu Sinneswahrnehmungen dienen, so steht es mit einer Sinneszelle in Verbindung (Fig. 76, S. 106). Die Sinneszelle hat nach Art einer bipolaren Ganglienzelle 2 Fortsätze, einen peripheren, der in die Achse des Haares eintritt, und einen centralen, der als Nervenfasern zu dem Centralnervensystem verläuft. Die Zelle selbst kann noch im Epithel gelegen sein, oder sie ist in die Tiefe verlagert und wie eine Ganglienzelle in den Verlauf des Sinnesnerven eingeschaltet. — Endlich möge noch der Muskeln gedacht werden, welche sich an dem Panzer inserieren und entsprechend seiner segmentalen Beschaffenheit eine Differenzierung in segmental angeordnete Muskelgruppen erfahren.

Ihre Befestigung am Chitin erfolgt häufig durch besondere Sehnen, in das Innere hineingezogene Teile der Chitinschicht, welche durch das Epithel von der Muskulatur getrennt bleiben. Durch derartige Einfaltungen von Epithel und Chitinschicht entsteht bei sehr vielen *Arthropoden* ein „Entoskelett“.

Heteronomie.  
Körperregionen.

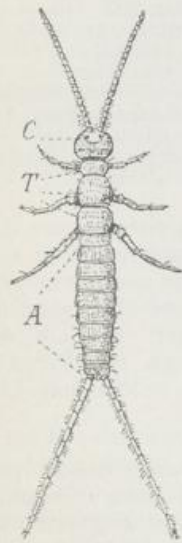


Fig. 357. *Campodea staphylinus*. C Kopf, T Thorax, A Abdomen, (aus Huxley).

Ein weiteres wichtiges Merkmal der Arthropodengliederung ist die Heteronomie der Segmente, welche bei den niedersten Formen (*Peripatus* und *Myriapoden*) noch wenig auffällig ist, bei den höher organisierten dagegen zu einer außerordentlichen Ungleichwertigkeit der Körperabschnitte und demgemäß auch zu einer größeren Centralisation des Baues führt. Man kann verschiedene Körperregionen unterscheiden. Stets sind einige wenige Segmente am vorderen Ende untereinander verschmolzen und bilden den Kopf (Fig. 357 C); darauf folgt gewöhnlich ein weiterer Segmentkomplex, der Thorax (Pereion) oder die Brust (T), und ein dritter, das Abdomen (Pleon) oder Hinterleib (A). Eine scheinbare Vereinfachung der Körperregionen kann eintreten, wenn Kopf und Thorax untereinander zu einem einheitlichen Stück, dem Kopfbrustschild oder Cephalothorax (Fig. 358 Ct) verschmelzen; umgekehrt kann die Zahl

der Regionen sich vermehren, wenn das Abdomen in 2 Unterregionen sich gliedert, eine vordere, das Abdomen im engeren Sinne, und eine hintere, das Postabdomen (Fig. 359 P). Bei manchen Arthropoden



endlich, wie den Milben (Fig. 360), ist es ganz unmöglich, Körperregionen oder auch nur Ringelung zu erkennen, weil eine innige Verschmelzung sämtlicher Segmente die äußeren Merkmale der Gliederung vollkommen verwischt hat.

Um nun die Unterschiede zu verstehen, welche durch den Namen Kopf, Thorax, Abdomen etc. ausgedrückt werden sollen, müssen wir zuvor noch das an zweiter Stelle genannte Merkmal, welches die Arthropoden vor den Anneliden voraus haben, die gegliederten Extremitäten, besprechen. Dieselben sind systematisch von so großer Bedeutung, daß auf sie sich der Name „Arthropodes“, „Gliederfüßler“, bezieht, welcher an die Stelle von „Articulata“, „Gliedertiere“, getreten ist.

Extremitäten.

Fig. 358.

Fig. 359.

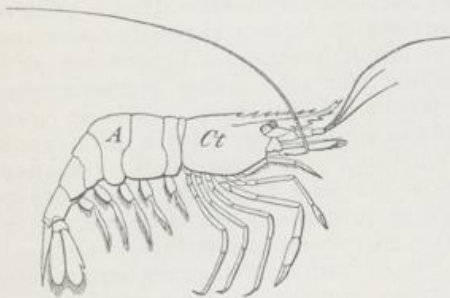


Fig. 360.

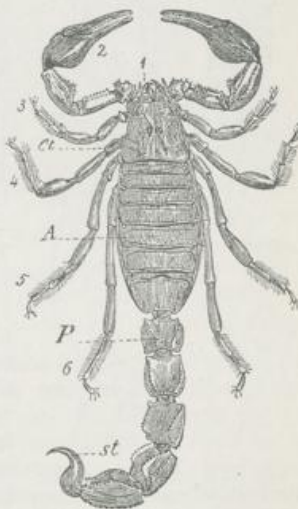
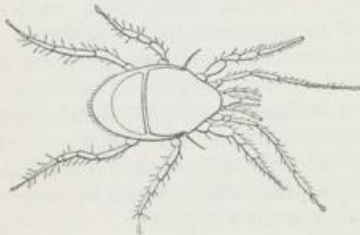


Fig. 358. *Palaemon serratus* (aus Leunis-Ludwig). Ct Cephalothorax. A Abdomen.

Fig. 359. *Androctonus australis* (aus Blanchard). Ct Cephalothorax, A Abdomen, P Postabdomen, st Giftstachel; 1 Kieferfühler, 2 Kiefertaster, 3–6 vier Beinpaare.

Fig. 360. *Gamasus coloptratorum* (aus Taschenberg).

Die Arthropodengliedmaßen sind höher entwickelte Parapodien der Anneliden; während aber die letzteren Auswüchse sind, welche in den Rumpf noch kontinuierlich übergehen und daher die Bewegungen desselben zwar unterstützen, Eigenbewegungen aber nur in untergeordnetem Maße ausführen können, sind die Extremitäten der *Arthropoden* 1. gegen den Körper gelenkig abgesetzt, 2. selbst wieder aus einzelnen gelenkig verbundenen Stücken gebildet, 3. endlich mit einer eigenen Muskulatur versehen, so daß sie einen selbständig beweglichen Hebelapparat darstellen. Jedes Körpersegment besitzt nur 1 Paar Extremitäten, welches der ventralen Seite angehört; wenn an einem ungegliederten Stück mehrere Paare vorhanden sind, so kann man mit Bestimmtheit daraus schließen,



daß das betreffende Stück aus mehreren Segmenten, mindestens aus so viel Segmenten, als es Gliedmaßenpaare trägt, verschmolzen ist. Der ungegliederte Kopf eines *Insects* enthält z. B. mindestens 4 Segmente, der Cephalothorax unseres *Flußkrebses* 13 Segmente, was daraus erschlossen werden kann, daß jener mit 4, dieser mit 13 Extremitätenpaaren ausgerüstet ist. Die Entwicklungsgeschichte liefert hierfür sichere Beweise, da am Embryo die Segmentgrenzen noch erhalten sind. — Es ist nun keineswegs nötig, daß jedes Segment sein Extremitätenpaar besitzen muß, da die Gliedmaßen vielfach rückgebildet werden, ohne Spuren zu hinterlassen.

Die Extremitäten dienen bei den Arthropoden sehr mannigfachen Functionen (Fig. 361). Ihre primäre Aufgabe ist die Ortsbewegung; locomotorische Gliedmaßen, Pereiopoden oder

„Füße“ sind lang gestreckt und aus einer großen Zahl gut entwickelter Glieder gebildet, die entweder zu Rudern abgeplattet oder zum Zwecke des Kriechens mit Krallen am Ende ausgerüstet sind (8). Außer locomotorischen Extremitäten gibt es noch tastende oder Antennen (1), kauende oder Kiefer (2–4). Extremitäten von variablen Functionen, Pedes spurii oder Pleopoden (9), und endlich Übergänge zwischen Beinen und Kiefern, Kieferfüße oder Pedes maxillares (5–7).

Die Antennen sind, abgesehen von ihrer Tastfunction, vornehmlich durch ihre Lage und Innervierung charakterisiert; sie entspringen vor der Mundöffnung von der Stirn und empfangen ihre Nerven demgemäß auch vom oberen Schlundganglion, während alle übrigen Gliedmaßen vom Bauchmark aus innerviert werden. In ihrer Gestalt sind die Antennen den Beinen nicht unähnlich, indem sie lang gestreckt bleiben; nur haben sie keine Endklauen, obwohl es schon als Mißbildung beobachtet wurde, daß Antennen wie echte Beine Klauen trugen.

Auffälliger ist die Gestalt der kauenden Extremitäten modifiziert. Zur Zerkleinerung der Nahrung dient stets nur die aus 1 oder 2 Gliedern bestehende Basis; die basalen Glieder

werden kräftige Stücke und bekommen auf ihrer der Medianlinie zugewandten Seite eine derbe, in Zähne und Höcker erhobene Chitinbekleidung (Fig. 361 2, Fig. 367 III, V, Fig. 414). Die übrigen Glieder können ganz schwinden oder erhalten sich als ein beinartiger Anhang, der Taster oder Palpus. Da mehrere Extremitäten zu Kiefern ausgebildet sein können, nennt man die erste in der Reihe Mandibel, die zweite Maxille, welcher dann noch eine zweite Maxille folgen kann. Die Pedes maxillares sind Zwischenformen, welche bald mehr an Beine, bald mehr an Kiefer erinnern (Fig. 361 5–7). Pedes spurii (Pleopoden) oder Afterfüße endlich sind meist kleine unscheinbare Extremitäten, die für die verschiedensten Leistungen herangezogen werden; sie können als Kiemen oder Kiementräger functionieren, als Träger der Eier oder zur Begattung; sie können auch das Schwimmen und Kriechen unterstützen.

Function  
der Extre-  
mitäten.

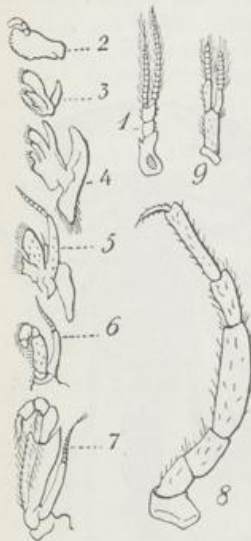


Fig. 361. Die wichtigsten Extremitätenformen des *Flußkrebses*. 1 erste Antenne mit dem Eingang in das Hörbläschen, 2 Mandibel, 3 und 4 erste und zweite Maxille, 5–7 Pedes maxillares, 8 Schreitbein, 9 Pes spurius.



Die genannten Extremitäten haben im Körper der *Arthropoden* eine konstante Anordnung, welche durch die Natur der Verhältnisse bestimmt wird. Zuvorderst am Kopfe stehen die Antennen, dann folgen im Umkreis des Mundes die Kiefer und, sofern sie überhaupt vorhanden sind, die Kieferfüße; eine dritte Gruppe bilden die eigentlichen Beine, eine vierte die Afterfüße, welche indessen sehr häufig fehlen. Auf diese regelmäßige Anordnung gründet sich auch die Unterscheidung der einzelnen Körperregionen. Zum Kopf rechnen wir alle Segmente, welche Antennen und Kiefer tragen, zum Thorax (Pereion) die mit Beinen (Pereiopoden) ausgerüsteten Segmente; das Abdomen (Pleon) endlich ist durch die Anwesenheit der Pedes spurii (Pleopoden) oder den gänzlichen Extremitätenmangel ausgezeichnet. Demzufolge ist der Cephalothorax ein Körperabschnitt, welcher außer Antennen und Kiefern noch die Beine trägt.

Die Extremitäten der *Arthropoden* haben verschiedene Streitfragen veranlaßt. Viele Zoologen sprechen von einer prä-antennalen Extremität und demgemäß auch von einem prä-antennalen Segment. Die betreffende Extremität sei nur bei einem Teil der *Crustaceen* als gegliederter Augentstiel erhalten, sonst rückgebildet und in ihrer Lage durch die Facettenaugen markiert. Wer diese Auffassung teilt, muß die Segmentzahlen, welche in diesem Lehrbuch für den Kopf und den gesamten Körper angegeben sind, überall um Eins erhöhen. Eine zweite Theorie behauptet, daß die Antennen ventrale, vom Bauchmark innervierte Extremitäten seien, welche erst secundär auf die Stirn der *Arthropoden* verlagert wurden. Demgemäß sei auch das Innervationscentrum erst secundär vom Bauchmark auf das Hirn übertragen worden. Letztere Anschauung kann namentlich für die zweite Antenne der *Crustaceen* begründet werden.

Die Segmente, welche einer und derselben Körperregion angehören, zeigen eine Tendenz zu engerer Vereinigung oder sogar vollkommener Verschmelzung. Diese Erscheinung übt ihren Einfluß auch auf die innere Anatomie aus, vornehmlich auf die Beschaffenheit des Nervensystems (Fig. 362). Ein Strickleiternnervensystem besteht, wie in der allgemeinen Zoologie (S. 104) gezeigt wurde, aus dorsalem Hirn und ventralem Bauchmark, welche durch die links und rechts den Schlund umfassenden Commissuren miteinander verbunden sind. Das Bauchmark sollte nun ebensovielen durch Längscommissuren verbundene Paare von Ganglienknötchen zählen, als Segmente vorhanden sind. Indessen ist das bei keinem *Arthropoden*, außer zur Zeit des Embryonallebens, der Fall; die Regel ist vielmehr, daß mehrere Ganglienpaare zusammenrücken und verschmelzen, und zwar mit Vorliebe Ganglienpaare, deren Segmente ebenfalls enger vereinigt oder ganz verschmolzen sind. Man findet die verschiedensten Stufen dieser Verschmelzung bei den einzelnen Arten; bei *Krabben* und *Spinnen* sind oft sämtliche Ganglien des Bauchmarks zu einer einzigen Ganglienmasse vereinigt. Von der Verschmelzung ist stets das Hirn ausgeschlossen, da es vermöge seiner dorsalen Lage von dem Bauchmark durch den Schlund getrennt bleibt (Fig. 401).

Nervensystem.

Von den Sinnesorganen der *Arthropoden* kennen wir am besten die Augen, von denen man zwei Typen unterscheidet, das einfache Auge oder Stemma (Ocellus) und das zusammengesetzte Auge oder das Facettenauge. Das einfache Auge (Fig. 363), wegen seiner Kleinheit oft Punktauge genannt, besteht in der Regel aus Linse, Glaskörper und Retina, welche sämtlich aus der Haut hervorgehen. An der betref-

Sinnesorgane.



fenden Stelle hat die Chitinschicht ihre dunkle Farbe verloren, ist glashell durchsichtig geworden und meist zu einer biconvexen Linse (*l*) verdickt, welche die Lichtstrahlen auf der Retina sammelt. Nur ausnahmsweise hat die Linse einen zelligen Bau und wird durch eine Verdickung im Epithel gebildet (Larven der *Eintagsfliegen*). Hinter der Linse liegt

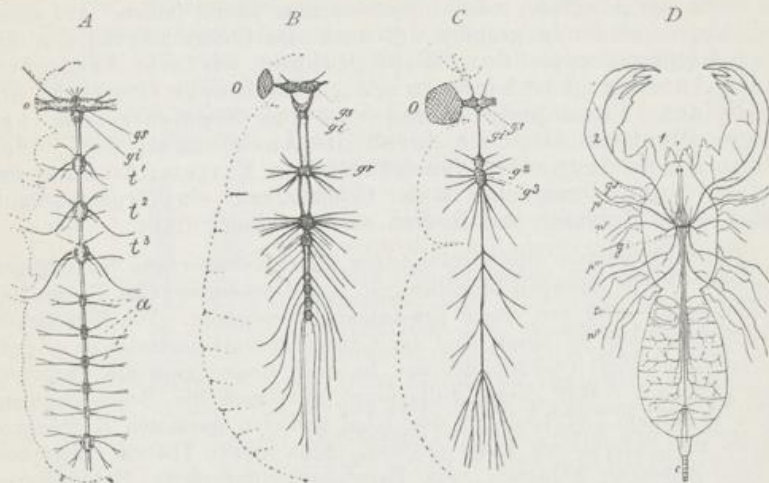


Fig. 362. Verschiedene Grade der Konzentration des Bauchmarks von Arthropoden (aus Gegenbaur). *A* einer *Termite* (nach Lespès), *B* eines *Wasserkäfers* (nach Blanchard), *C* einer *Fliege* (nach Blanchard), *D* einer *Scorpionspinne* (nach Blanchard), *gs* oberes, *gl* unteres Schlundganglion, *gr*, *g<sup>2</sup>*, *g<sup>3</sup>* Ganglien des Bauchstranges, *t<sup>1</sup>—t<sup>3</sup>* Brustsegmente, *a* Abdomen, *o* Augen, *tr* Tracheenlungen, *p<sup>1</sup>—p<sup>14</sup>* Beine, *1* Kiefertaster, *2* Kiefertaster.

eine Schicht durchsichtiger Zellen, der Glaskörper (*2*), und weiterhin die aus zahlreichen Sehzellen und Rhabdomen bestehende Retina (*5*). Glaskörper und Retina sind Differenzierungen des Epithels, in welchem sie eine scharf umschriebene, von Pigment umhüllte, kugelige Verdickung bilden (Fig. 82). Das Stemma muß wie das Wirbeltierauge ein umgekehrtes Bild entwerfen.

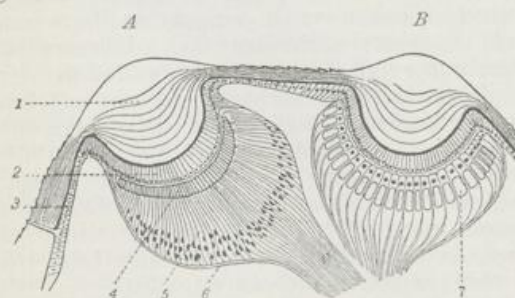


Fig. 363. Durchschnitt durch ein vorderes (*A*) und hinteres (*B*) Stemma von *Epeira diadema* (schematisiert), das hintere zeigt die inverse Lage der Retina (nach Grenacher). *1* Linse, *2* Glaskörper, *3* Epidermis, darüber Chitinschicht, *4* Rhabdome, *5* Retinazellen, *6* Hülle des Auges, *7* Rhabdome des inversen Auges.

Merkwürdigerweise haben die *Spinnen* zweierlei Stemmata (Fig. 363); bei den Haupt- oder Medianaugen (*A*) grenzen die Stäbchen an den Glaskörper und liegen vor den Kernen der Sehzellen; bei den Nebenaugen (*B*) liegen umgekehrt die Kerne vorn und die Stäbchen rückwärts. Offenbar sind erstere Augen für die Entfernung, letztere für die Nähe eingestellt.



Da die Sehzellen ihre Rhabdome sicherlich stets an dem gleichen Ende tragen, müssen sie bei einem der beiden Augen im Vergleich zum anderen invers sein, d. h. eine umgekehrte Stellung einnehmen, in ähnlicher Weise, wie es für das Wirbeltierauge gilt, eine Vermutung, die durch die Entwicklungsgeschichte bestätigt wird.

Die zusammengesetzten oder Komplexaugen (Fig. 364 u. 365) sind sehr viel größer als die Ocellen; sie verdanken ihren Namen „Facettenaugen“ dem Umstand, daß die Chitinschicht im Bereiche des Sinnesorgans meist eine zierliche hexagonale Felderung oder Facettierung besitzt. Jede Facette entspricht einer kleinen, plan- oder biconvexen Chitinlinse; die Gesamtheit aller Linsen, deren Zahl je nach den Arten zwischen mehreren Tausenden und einigen wenigen schwankt, bildet die Begrenzung des Auges nach außen und heißt infolgedessen auch Cornea. Letzterer Name empfiehlt sich besonders für die Fälle (manche *Crustaceen*), wo die Chitinschicht nicht facettiert ist, sondern eine kontinuierliche, gleichmäßig dicke Lage bildet. Der unter der Cornea gelegene, aus weichen,

Fig. 364.

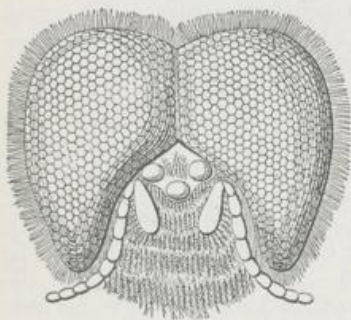


Fig. 365.

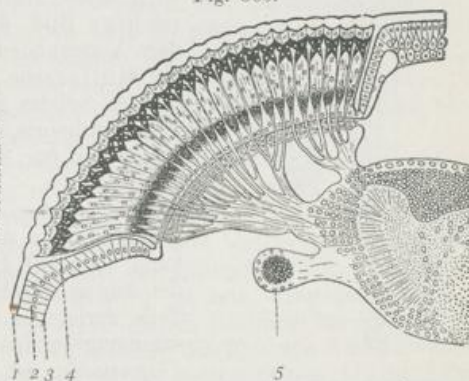


Fig. 364. Kopf der Biene (Drohe), von oben gesehen (nach Swammerdam aus Hatschek), links und rechts die großen Facettenaugen, dazwischen 3 Stemmata und die Fühler.

Fig. 365. Querschnitt durch das Facettenauge und das Stemma eines Ohrwurms (nach Carrière aus Hatschek). 1 Chitincuticula, die im Bereiche des Auges die Cornea (die Summe sämtlicher Linsen) erzeugt, 2 Epidermis, welche sich an der Grenze des Auges in die einzelnen Augenkeile verwandelt, 3 Basalmembran, 4 einspringende Chitinlamelle, 5 rudimentäres Larvenauge.

vergänglichen Zellen bestehende Teil des Auges wird von den angrenzenden Geweben durch eine faserige Haut getrennt, welche man Sclera nennt; er setzt sich aus radial gestellten, keilförmigen Stücken zusammen (Fig. 365), die in ihrer Zahl und Lagerung genau den Facetten entsprechen und mit ihrem peripheren breiten Ende sich einer Linse anfügen, während das schmalere, centrale Ende mit dem an den Augenhintergrund herantretenden Nervus opticus in Verbindung steht. Jeder der vielen Augenkeile (Ommatidien) hat denselben Bau wie seine Nachbarn (Fig. 366), nämlich den Bau des Stemma; wir unterscheiden an ihm 1. Linse (Facette, Teil der Cornea) mit zugehörigen Epithelzellen (*l*), 2. Glaskörper (*lk*), 3. Retinula (*rz*). Der Glaskörper besteht fast überall aus vier Zellen, welche bei den sogenannten euconen Augen in ihrer Mitte einen völlig durchsichtigen Körper, den Kristallkegel (*k*) aus-



geschieden haben. Ebenso ist die Zahl der Retinulazellen meist auf 7 normiert; ihre 7 Rhabdome (*r*) liegen gleichfalls mitteninne, wo die Zellen zusammenstoßen, und sind sogar häufig untereinander verwachsen. Jeder Augenkeil ist schließlich noch eingehüllt in eine von besonderen Zellen gebildete Pigmentscheide, durch welche er optisch isoliert wird; letztere geht von zwei Stellen aus und erzeugt zwei durch das ganze Auge sich erstreckende Pigmentanhäufungen, die man Iris und Chorioidea nennt (Fig. 365). Einmal ist der Hintergrund des Augenkeils dicht pigmentiert (Chorioidea), zweitens dringen Pigmentzellen an der hinteren Grenze des Krystallkegels zwischen ihn und die Retinula ein (Iris), lassen aber eine Öffnung zum Durchtritt der Lichtstrahlen frei. Aus dem Gesagten erhellt,

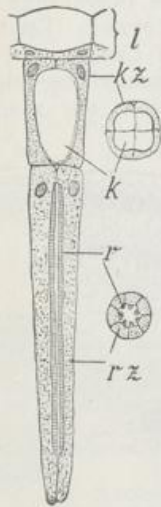


Fig. 366. Schematische Darstellung des einzelnen Keils eines Facettenauges. *l* Linse mit Hypodermis, *k* Krystallkörper mit Glaskörperzellen *kz* (daneben auf dem Querschnitt gesehen); *rz* Retinulazellen mit Rhabdomen, *r* (daneben Querschnitt).

vermittelt zu werden. Leider wissen wir noch immer nicht genügend von diesen Sinnesorganen, selbst bei Arthropoden, die unzweifelhaft gut riechen, hören und vielleicht auch schmecken. Der Geruchssinn hat seinen Sitz hauptsächlich an den Antennen und den Tastern der Kiefer, er wird gewöhnlich durch Riechröhrchen oder Riechkegel (modifizierte Haare) vermittelt, die häufig in grubenförmigen Einsenkungen der Haut liegen. Ähnliche Organe in der Mundhöhle, besonders am Gaumen, sind wohl Geschmacksorgane. Als Gehörorgane werden außer den in erster Linie der Balanceempfindung dienenden Hörgrübchen und Hörbläschen der *Podophthalmen* und den Tympanalorganen der *Heuschrecken* vielfach die bei *Insekten* weitverbreiteten „chordotonalen“ Nervenendigungen gemeint.

daß man das Facettenauge auffassen kann als einen dicht zusammengedrängten Komplex von keilförmig gestalteten, einfachen Augen. Diese anatomisch berechnete Auffassung läßt sich aber nicht auf die Physiologie des Auges übertragen. Wie Joh. Müller zuerst ausführlich begründete, entwirft das Facettenauge nur ein einziges aufrechtes Bild, dessen einzelne Bildpunkte von den Augenkeilen geliefert werden. Man nennt die Müllersche Theorie die Theorie des musischen Sehens gegenüber der jetzt verlassenen Bildchentheorie, welche annahm, daß jeder Augenkeil schon für sich ein kleines umgekehrtes Bild erzeuge. — Während die Zahl der Stemmata wechselt, ist die Zahl der Facettenaugen im ganzen Stamm der Arthropoden auf 2 normiert, kann aber auf 4–8 vermehrt erscheinen, wenn die Augen durch Einschnürung in verschiedene Teile zerlegt sind. Wo scheinbar nur ein zusammengesetztes Auge vorkommt, wie bei den *Daphniden*, ist dasselbe durch Verschmelzung von 2 Augen entstanden. Für das Facettenauge ist ferner konstant, daß der Nervus opticus außerhalb des Auges ein sehr großes Ganglion opticum bildet.

Gleichartigkeit des Baues zeichnet, abgesehen von den Augen, nur noch die Tastorgane aus, welche von Tastaaren gebildet werden. Dagegen scheinen Gehör, Geruch, Geschmack durch verschiedenartige Einrichtungen



Vom Darm der Arthropoden ist nur die ganz außergewöhnliche Ausbildung des ectodermalen Anfangs- und Enddarms zu erwähnen, denen gegenüber der entodermale Mitteldarm klein bleibt, indem er gewöhnlich nur etwa  $\frac{1}{3}$  der Gesamtlänge liefert. Bei den periodischen Häutungen wird die Chitinauskleidung der ectodermalen Darmabschnitte, so namentlich des weitverbreiteten, mit Chitinzähnen und -leisten bewaffneten Kaumagens, mit abgeworfen. Auffallend ist der gänzliche Mangel von Flimmerepithel, wie denn überhaupt Flimmerzellen nirgends im Organismus der Arthropoden gefunden werden.

Darm.

Vom Blutgefäßapparat ist am konstantesten das Herz, meistens ein dicht unter der Rückenhaut gelegener Schlauch, welcher in einem mehr oder minder abgegrenzten Abschnitt der Leibeshöhle (Herzbeutel) eingeschlossen ist und aus ihm das Blut durch eine linke und rechte Reihe von Spalten oder Ostien aufnimmt. Bei Tieren von gedrungener Körporgestalt verkürzt sich das Herz zu einem kleinen Säckchen. Bei kleinen Arthropoden kann das Herz, wie das übrige Gefäßsystem, gänzlich fehlen. Dieser Mangel der Circulationsorgane kann, da schon die *Anneliden* hoch entwickelte Blutgefäße haben, nur auf Rückbildung beruhen und erklärt sich daraus, daß sich im allgemeinen bei geringer Körpergröße die Organisation vereinfacht. Daher fehlt das Herz sowohl bei kleinen *Crustaceen* (vielen *Copepoden*), als auch bei kleinen *Arachnoideen* (vielen *Milben*) und *Insekten* (manchen *Aphiden*), während verwandte Arten noch das Herz besitzen.

Blutgefäßsystem.

Von den großen Körperarterien kann das Blut entweder direkt in die Leibeshöhle gelangen, oder es muß erst einen mehr oder minder komplizierten Weg durch Körperarterien, Capillaren und Venen, sowie durch die Atmungsorgane beschreiben. Man findet hierbei die verschiedensten Abstufungen in der Vollkommenheit des Blutgefäßsystems. Indessen auch da, wo die höchste Stufe erreicht wird, ist kein völlig geschlossener Blutkreislauf vorhanden, da in ihn stets der als Pericard funktionierende Teil der Leibeshöhle eingeschaltet ist, welcher das Blut von den Atmungsorganen empfängt und an das Herz durch dessen Ostien abgibt. Die verschiedene Ausbildungsweise des Blutgefäßsystems hängt vorwiegend von der Beschaffenheit der Respirationsorgane ab, welche wir genauer erst bei den einzelnen Abteilungen besprechen werden. Hier genüge die Bemerkung, daß, je mehr sich die Atmung an bestimmten Orten und in bestimmten Organen lokalisiert, um so besser Arterien, Venen und Capillaren entwickelt sind, daß dagegen bei diffus verbreiteter Atmung das Gefäßsystem bis auf das Herz reduziert sein kann.

Vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen haben zu dem Resultat geführt, daß das eigentliche Cölom der *Arthropoden* bis auf kleine Reste rückgebildet ist, daß die sogenannte Leibeshöhle dagegen ein „Lacunom“, eine sinuös erweiterte Blutbahn ist. So würde es sich erklären, daß das Herz sein Blut aus dem „Pericard“ bezieht, welches als ein Teil der aus den Blutsinus hervorgegangenen „Leibeshöhle“ mit dem Pericard der *Mollusken* und *Wirbeltiere* nicht verglichen werden dürfte. Sinuöse Erweiterung der Blutbahn findet sich schon bei manchen *Anneliden* (*Magelona*).

Als Nieren funktionieren zum Teil noch Segmentalorgane, gewundene Röhren, deren Nephrostome sich in geschlossene Säckchen verwandelt haben, so die Segmentalorgane des *Peripatus*, die Schalen- und Antennendrüsen der *Crustaceen* (Fig. 368), wahrscheinlich auch die Coxal-

Excretionsorgane und Geschlechtsorgane.



drüsen der *Xiphosuren* und *Arachnoideen*. Bei *Insekten* und *Myriapoden* vermitteln Organe besonderer Art, die Vasa Malpighi, die Excretion. Die Geschlechtsorgane, welche mit den Nieren nicht verbunden sind, sind äußerst selten hermaphrodit. Bei den getrenntgeschlechtlichen Formen kann man fast stets Männchen und Weibchen schon äußerlich voneinander unterscheiden, sei es an Größe oder Färbung oder an der Beschaffenheit bestimmter Extremitäten, namentlich der bei der Begattung in Function tretenden. Die Eier sind durchgängig groß und dotterreich und haben in der Regel die Fähigkeit zur totalen Furchung verloren. Bei den meisten *Arthropoden* finden wir die spezielle Form der partiellen Furchung, die man die superfizielle nennt (Fig. 105 S. 134). Während die oberflächliche Schicht des Eies in die das Blastoderm erzeugenden Furchungszellen zerlegt wird, erhält sich lange Zeit über oder sogar dauernd im Innern eine ungefurchte Dotterkugel. Diese Furchungsweise der Eier hat ein systematisches Interesse, da sie auf den Stamm der *Arthropoden* beschränkt ist. Die gelegentlich hier vorkommende discoidale und inäquale Furchung ist sicherlich aus der superfiziellen entstanden.

Fort-  
pflanzung.

Entsprechend ihrer Organisationshöhe kommt bei den *Arthropoden* echte ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Teilung oder Knospung gar nicht mehr vor, wohl aber Parthenogenese und Pädogenese. Bei vielen *Arthropoden* fakultativ, hat die Parthenogenese bei anderen eine den Lebensverhältnissen der Art besonders angepaßte Bedeutung gewonnen. Bei niederen *Krebsen* und *Pflanzenläusen* tritt Parthenogenesis ein, wenn es gilt, die Art rasch in großen Mengen über ein Nährgebiet zu verbreiten. Bei den *Bienen* bestimmt Parthenogenesis das Geschlecht, indem unbefruchtete Eier nur Männchen liefern. Da neben der Parthenogenesis fast stets die Fortpflanzung durch Befruchtung fortbesteht, so stellt sich nicht selten der regelmäßige Wechsel parthenogenetischer und streng geschlechtlicher Generationen ein, die Heterogonie, wenn dieselbe auch selten in so typischer Weise ausgeprägt ist, wie wir sie bei Würmern (*Distomeen*) kennen gelernt haben.

Systematik. Einer der hervorragendsten französischen Entomologen, Latreille, teilte die *Arthropoden* in 4 Klassen, *Crustaceen*, *Myriapoden*, *Arachnoideen* und *Insekten*. Diese Einteilung wird im wesentlichen auch jetzt noch beibehalten, nur bedarf sie der Vervollständigung nach zwei Richtungen hin. Durch die Zoologen der Challengerexpedition wurde ermittelt, daß die bis dahin rätselhafte Gattung *Peripatus* unzweifelhaft zu den *Arthropoden* gehört und unter denselben als Repräsentant einer fünften, besonderen Klasse, der *Protracheaten*, angesehen werden muß. Ferner hat sich immer mehr herausgestellt, daß *Protracheaten*, *Myriapoden*, *Spinnen* und *Insekten* in der Bildung ihrer Extremitäten und Atmungsorgane einander näher stehen als den *Crustaceen*. Man entschloß sich daher, sie als *Tracheaten* zusammenzufassen. Da der *Peripatus* mit Umgehung der *Crustaceen* direkt zu den *Anneliden* überleitet, ist es wahrscheinlich geworden, daß die *Tracheaten* einerseits, die *Crustaceen* andererseits sich unabhängig voneinander entwickelt haben, wenn auch aus Urformen, die beide der Klasse der *Anneliden* zuzurechnen wären. Das ist einer der wichtigsten Gründe, die man für Einverleibung der *Anneliden* in den Stamm der *Articulaten* geltend machen kann, weil nur auf diesem Wege der Stamm zu einer phylogenetischen Einheit abgeschlossen wird. Schließlich sei hier noch erwähnt, daß die



Stellung der *Arachnoideen* Gegenstand lebhafter Diskussion geworden ist. Viele Zoologen wollen sie ganz von den Tracheaten ausschließen und mit gewissen *Pseudocrustaceen* (*Gigantostraken*, *Xiphosuren*) vereinen; sie fassen *Protracheaten*, *Myriapoden* und *Insekten* als *Antennaten* zusammen. Ich werde dieser Einteilung nicht folgen, wenn auch richtig ist, daß die einzelnen Klassen der *Antennaten* miteinander viel näher verwandt sind, als mit den *Arachnoideen*.

### I. Unterstamm und I. Klasse. Crustaceen, Krebstiere.

Ihren lateinischen Namen „*Crustaceen*“ haben die Krebstiere dem Umstand zu verdanken, daß ihre Chitinpanzerung gewöhnlich durch Einlagerung von kohlensaurem Kalk eine bedeutende Festigkeit erhalten hat; die Chitinschicht hat dadurch die ihr von Natur zukommende Elastizität eingebüßt, ist spröde geworden und splittert leicht; sie wird wiederum weich, wenn bei Zusatz von Essigsäure oder Salzsäure der kohlensaure Kalk unter Aufbrausen gelöst wird. — In vielen Fällen bildet das Integument Hautfalten, welche von der Kopfregion beginnend sich nach rückwärts ausbreiten, entweder als ein unpaarer Schild oder in Form linker und rechter, ab und zu auch den Kopf umschließender Schalen. Panzer.

Weitere systematisch wichtige Merkmale der Crustaceen hängen mit ihrem Aufenthaltsort zusammen; die Crustaceen sind typische Wasserbewohner und atmen demgemäß durch Kiemen. Diese Atmung wird auch beibehalten, wenn die Tiere, wie z. B. unsere Flußkrebse, längere Zeit im Trocknen zu leben vermögen. Die *Flußkrebse* behalten, um dies zu ermöglichen, in ihrer Kiemenhöhle stets Wasser zurück, so daß ihre Atmungsorgane dauernd von Wasser befeuchtet bleiben. Nur wenige Ausnahmen gibt es von der Regel; *Landkrabben*, *Mauer-* und *Kellerasseln* atmen trockene Luft entweder mit denselben Organen, die sonst als Kiemen functionieren, oder mit besonderen, später zu besprechenden Einrichtungen an den Schutzorganen der Kiemen. Die Kiemen der *Krebse* finden sich stets an Stellen, wo ein rascher Wasserwechsel ermöglicht ist. Diesen Bedingungen genügen besonders die Extremitäten; daher findet man die Kiemen als zarthäutige, blutreiche, büschel- oder plattenförmige Anhänge (Fig. 60 u. 394) entweder an den Extremitäten selbst oder in ihrer Nähe am Körper angeheftet, oder ganze Extremitäten sind zu zarthäutigen Platten und somit zu Kiemen geworden (Fig. 374, Fig. 390). Außer den Kiemen dient die übrige Körperoberfläche zur Atmung; die Hautatmung kann sogar bei kleinen, dünnhäutigen Formen, bei denen besondere Kiemen häufig fehlen oder nur als Rudimente auftreten, allein von Bedeutung sein, so daß wir dann anstatt lokalisierter Atmung eine diffuse Atmung mit allen ihren Folgen auf die Circulationsorgane erhalten. Während bei lokalisierter Atmung Herz und Pericardialsinus, Arterien, Venen und Capillaren mehr oder minder gut entwickelt sind, findet sich bei den durch die Haut atmenden niederen Formen gewöhnlich nur das Herz, und auch dieses häufig in stark reduzierter Gestalt; oder es ist mit dem Herzen der letzte Rest der Circulationsorgane verloren gegangen. Kiemen und Blutgefäßsystem.



Extremi-  
täten.

Da vom Aufenthalt im Wasser außer der Atmung auch die Fortbewegungsweise bestimmt wird, so besitzen die Crustaceen eine besondere Extremitätenform, den Spalt- oder Schwimmfuß, durch den sie sich von sämtlichen Tracheaten unterscheiden. Das Charakteristische des Spaltfußes besteht darin, daß er zwar mit einer einreihigen, aus 2 Gliedern bestehenden Basis (Protopodit) beginnt, sich aber dann in einen äußeren und inneren Ast gabelt, den Schwimmfußast (Exopodit) und den Gehfußast (Entopodit), zwei Namen, die durch folgende Betrachtung verständlich werden.

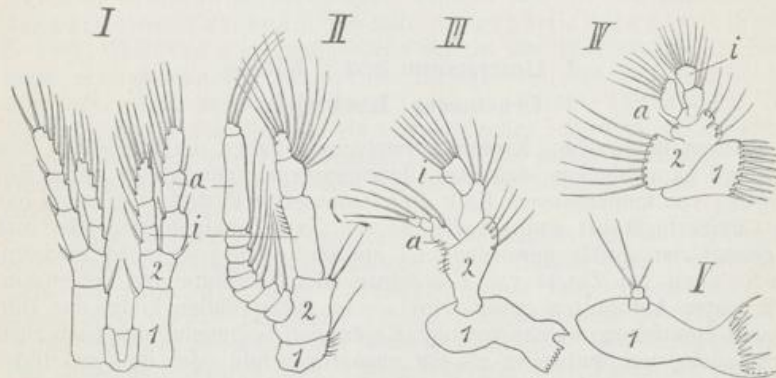


Fig. 367. Copepodenextremitäten. I—IV von *Diaptomus Castor*. I ein Paar Spaltfüße, II zweite rechte Antenne, III rechte Mandibel, IV rechte Maxille, V rechte Mandibel von *Cyclops coronatus*. 1 und 2 erstes und zweites Glied der Basis, a Außenast, i Innenast.

Der Spaltfuß findet sich nur so lange, als die Extremität zum Schwimmen verwandt wird; bei *Krebsen*, welche vorwiegend auf dem Boden der Gewässer kriechen oder gar Landbewohner geworden sind, wie *Flußkrebse*, *Wasser-* und *Kellerassel*, fehlt der äußere Ast gänzlich, der innere oder Gehfußast liegt dann in der Verlängerung der Basis und bildet mit ihr zusammen ein Gangbein nach Art der Tracheatenextremität. Auf den ersten Blick scheint damit die Beschaffenheit der Extremität die ihr beigemessene systematische Bedeutung zu verlieren; allein eine genauere Betrachtung lehrt, daß diese Umwandlung sich stets nur an einem Teil der Extremitäten äußert. Die Abdominalfüße, die *Pedes spurii*, behalten den Spaltfußcharakter bei; ebenso kann man an den Tastern der Mandibeln, Maxillen und an den Maxillarfüßen häufig noch Innen- und Außenast erkennen. Endlich läßt sich vielfach sogar für die Gangbeine die Entstehung aus Schwimmfüßen mit Sicherheit entwicklungsgeschichtlich nachweisen, wie z. B. die meisten marinen Verwandten unseres *Flußkrebses* schwimmende Larven besitzen (das Mysisstadium), bei welchen der Schwimmfußast vorhanden ist und erst verloren geht, wenn bei der Metamorphose die schwimmende Lebensweise mit der kriechenden vertauscht wird. Man kann daher mit vollem Recht den Satz aufstellen, daß die Urform der Crustaceenextremität der Spaltfuß ist. Nur die 1. Antenne macht eine Ausnahme, sie kann zwar 1—3 sekundäre geringelte Anhänge (Geißeln) tragen, sie selbst aber ist bei allen *Crustaceen* und ihren Larven einreihig.



Die Extremitäten liefern uns noch ein weiteres, zum Erkennen der Crustaceen äußerst wertvolles Merkmal, daß nämlich zwei Paar Antennen vorhanden sind. Man muß dabei freilich die Charakteristik der Antennen hauptsächlich auf morphologische Merkmale stützen, daß sie vor der Mundöffnung liegen und vom Hirn oder der Schlundcommissur aus innerviert werden; denn die zweiten Antennen mancher *Entomostraken* dienen keineswegs zum Tasten, sondern sind mächtige Ruderorgane, Ruderantennen, geworden. Als Kiefer functionieren meist 1 Paar Mandibeln und 2 Paar Maxillen, alle 3 in der Regel mit Palpen ausgerüstet. Vor der Mandibel liegt eine starke Oberlippe, hinter ihr zwei kleine Blättchen, die Paragnathen.

Über die innere Organisation ist wenig Allgemeines zu sagen. Am Darm fällt der Mangel acinöser Speicheldrüsen auf; dagegen ist häufig der Vorderdarm zum Kaumagen erweitert und der darauf folgende Teil mit einer „Leber“ ausgerüstet. Letztere findet man auf den verschiedensten Stufen der Ausbildung von den 2 einfachen Blindsäcken oder Leberhörnchen der *Daphniden* (Fig. 375) bis zu den gewaltigen Leberlappen der *Decapoden* (Fig. 396), sie ist kein ausschließlich drüsiges Organ, sondern eine Vergrößerung der Darmoberfläche und demgemäß auch an der Resorption beteiligt. Das über dem Darm gelegene Herz ist besonders bei den primitiveren Formen eine lange, durch Thorax und Abdomen ziehende Röhre, viel häufiger ist es ein gedrungenes Säckchen. Als Niere werden zwei Drüsen gedeutet, welche Maxillardrüse und Antennendrüse heißen. Die Maxillardrüse — auch Schalendrüse genannt, weil man glaubte, die Bildung der Schale ginge von ihr aus — mündet jederseits neben der vierten Extremität, der Maxille, die Antennendrüse an der zweiten Extremität, der großen Antenne. Beide haben denselben Bau (Fig. 368) und sind vielfach gewundene Kanäle, die mit einer Blase beginnen und öfters auch mit einer Art Harnblase enden. Durch das Auftreten von schleifenförmigen Kanälen in zwei Segmenten erinnern die Drüsen an die Segmentalorgane der *Anneliden*; es ist sehr wahrscheinlich, daß sie modifizierte Segmentalorgane sind; freilich findet man Maxillardrüse und Antennendrüse nur bei Crustaceenlarven gleichzeitig; sonst scheinen sie für einander zu vicariieren.

Die Augen der Crustaceen treten in zweierlei Formen auf, einmal als paarige zusammengesetzte Augen, zweitens als unpaare, dem Hirn aufgelagerte „Naupliusaugen“. Letztere sind dreiteilig, indem einer X-förmigen Pigmentmasse 3 wie linsenförmige Körper aussehende, mit Nerven zusammenhängende Gruppen von Sehzellen eingelagert sind. Das Naupliusauge hat demnach mit dem Stemma nichts zu tun, sondern erinnert mehr an die Augen der Plattwürmer. Wo die eine oder andere Augenart fehlt, ist sie wohl durch Rückbildung verloren gegangen. Geruchs- und Tastapparate finden sich in Form von chitinösen Stiften und Haaren, besonders an den ersten Antennen. Ein „Gehörorgan“ (Fig. 369) kommt nur den höheren Krebsen zu; dasselbe ist

Innere  
Anatomie.



Fig. 368. Antennendrüse von *Mysis* (nach Grobben). *s* Anfangsblase, *blr* Blutlacunen darum, *rc* Nierenkanal, *h* Harnblase mit Mündung *ea*.



selten ein Bläschen, häufiger ein von Chitin ausgekleidetes Grübchen in der Basis der ersten Antenne. Am Grunde des Grübchens befindet sich die *Crista acustica*, eine Reihe beweglicher Chitinhaare, die mit ihren Spitzen in einen Haufen von Hörsteinchen hineinragen, während an ihre basalen Enden der Hörnerv tritt. Stärkere Haare decken den Eingang des Grübchens zu.

Bei den periodischen Häutungen wird natürlich auch die Chitinauskleidung des Hörorgans nebst seinen Schutzhaaren, Hörhaaren und Hörsteinen erneuert. Man kann jetzt durch ein einfaches Experiment feststellen, daß die Hörsteine kleine Partikeln sind, die von außen in das Hörgrübchen gesammelt werden. Denn wenn man einen frisch gehäuteten Krebs in einem vollkommen reinen Glaskasten züchtet, so bleibt das Tier ohne Otolithen, zeigt aber, wenn man gekörnelte Substanzen von einer leicht erkennbaren Beschaffenheit, wie Harnsäurekrystalle, einstreut, bald einen Teil der betreffenden Körper im Hörgrübchen. Experimente lehren, daß das „Gehörorgan“ sicher ein Sinnesapparat für das Balancegefühl ist, wahrscheinlich aber auch zum Hören dient. Für letztere Annahme spricht, daß die *Krabben* besonders hochentwickelte Hörgrübchen, aber keine Statolithen besitzen.

Fig. 369.

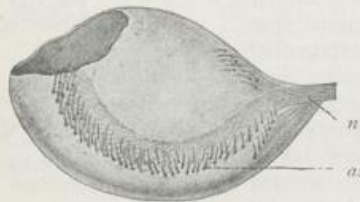


Fig. 369. Hörgrübchen des *Flußkrebses*, aus der Antenne herauspräpariert. *as* Hörleiste, *n* Hörnerv.

Fig. 370.



Fig. 370. Zoëa, *o* Facettenauge, *h* Herz,  $\alpha^2$ — $\alpha^6$  die Segmente des Abdomens, *i* und *2* die Antennen, *I*, *II*, *III* die Kieferfüße, *IV*—*VIII* die hervorsprossenden Thoracalfüße.]

Im Geschlechtsapparat, der nur ausnahmsweise hermaphrodit ist, fällt vor allem die merkwürdige Größe der Spermatozoen auf, welche bei manchen *Ostracoden* ebensolang oder länger werden wie das ganze Tier (bei *Pontocypris paradoxa* 8mal so lang als das Tier, nämlich 5—7 mm). Stets sind die Spermatozoen ohne Geißel und daher meistens — eine Ausnahme machen die *Ostracoden* — auch unbeweglich; ihr kugelig oder lang gestreckter Körper pflegt mit starren, spitzen Ausläufern bedeckt zu sein, welche in ihrer Form an die Pseudopodien von *Rhizopoden* erinnern (Fig. 35 III, IV). Sie werden gewöhnlich in größerer Menge in Samenpatronen oder Spermatophoren abgesetzt.

Entwick-  
lungs-  
geschichte.

Die typische Entwicklung eines Crustaceen ist die Metamorphose, in deren Verlauf mancherlei Larvenformen auftreten, unter denen der Nauplius und die Zoëa besonderes Interesse bieten. Der Nauplius (S. 28, Fig. 6) besitzt einen ovalen Schild, der vom Rücken aus die 3 Segmente des Körpers bedeckt; darunter kommen jederseits 3 zum Schwimmen dienende Extremitäten zum Vorschein. Die erste einreihige



Extremität liefert später die erste Antenne; die beiden folgenden sind Spaltfüße und wandeln sich bei der Metamorphose in die zweite Antenne und in die Mandibel um, ein sprechender Beweis, daß in der Tat Antennen und Kiefer nur modifizierte locomotorische Gliedmaßen sind. Im Innern des Körpers liegt ein dreiteiliger Darm, ein oberes Schlundganglion und darauf das unpaare Naupliusauge, ventral das Bauchmark. Die Zoëa (Fig. 370) hat einen viel komplizierteren Bau, indem sie schon aus Cephalothorax und Abdomen besteht, von denen der erstere mehrere Schwimmfüße trägt, das letztere noch extremitätenlos ist. Ferner finden sich zwei große zusammengesetzte Augen (*o*) und dorsal vom Darm ein Herz (*h*). Vielfach trägt der Cephalothorax enorm lange Stacheln, welche vom Rücken, von der Seite und von der Spitze desselben wie Balancierstangen in das Wasser hineinragen, bestimmt, das Tier gegen seine Feinde zu schützen und zugleich das Schwimmen zu erleichtern.

Nauplius und Zoëa sind von einigem systematischem Interesse und wurden früher zur Unterscheidung der *Entomostraken* oder niederen Krebse und der *Malacostraken* oder höheren Krebse benutzt. Bei den *Entomostraken* findet sich der Nauplius, dagegen niemals die Zoëa; bei den *Malacostraken* dagegen beginnt die Metamorphose gewöhnlich mit der Zoëa, doch tritt öfters als niederes, vorbereitendes Stadium der Nauplius auf. Die systematische Verwertbarkeit des erläuterten Unterschiedes wird dadurch beeinträchtigt, daß es sowohl *Entomostraken* als auch *Malacostraken* gibt, welche überhaupt keine Larven besitzen, sondern sich direkt entwickeln. Daher ist es notwendig, die Unterscheidung der beiden Unterklassen auf anatomische Merkmale zu begründen. Bei den *Entomostraken* herrscht eine große Variabilität in der Zahl der Segmente und in der Verteilung derselben auf die einzelnen Körperabschnitte. Bei den *Branchiopoden* z. B. schwankt die Gesamtzahl der Segmente zwischen ca. 10 bei *Daphniden* und ca. 45–65 bei *Apusiden*. Bei den *Malacostraken* dagegen ist die Segmentzahl im ganzen auf 20 fixiert, von denen 7 auf das Abdomen kommen, während in der Verwendung der 13 vorderen Segmente, welche Kopf und Thorax ausmachen, Unterschiede zwischen den einzelnen Ordnungen vorhanden sind. Auch die Mündungen der Geschlechtsorgane sind bei den *Malacostraken* an bestimmte Segmente gebunden, die weibliche Geschlechtsöffnung an das 11., die männliche an das 13. Segment. Endlich unterscheiden sich höhere und niedere Krebse durch die Niere; als Niere der *Entomostraken* funktioniert die Maxillardrüse (Schalendrüse), als Niere der meisten *Malacostraken* die Antennendrüse.

Zum Schluß noch einige Bemerkungen zu den Namen „*Entomostraca*“, „*Gliederschaler*“, und „*Malacostraca*“, „*Weischaler*“. Wenn wir nämlich beide Gruppen auf Deutlichkeit der Gliederung und Härte des Chitinpanzers prüfen, so kommen wir zu dem merkwürdigen Resultat, daß die „*Gliederschaler*“ eine viel undeutlichere Segmentierung haben als die „*Weischaler*“, daß umgekehrt die „*Weischaler*“ außerordentlich viel härter gepanzert sind als die meisten „*Gliederschaler*“. Hätte man, wie es auf den ersten Blick den Eindruck macht, mit den Namen einen Gegensatz beider Gruppen ausdrücken wollen, so wären die Bezeichnungen geradezu vertauscht; es müßten die niederen Krebse *Malacostraca*, die höheren *Entomostraca* heißen. Indessen haben sich die Namen historisch gar nicht im Gegensatz zueinander entwickelt, sondern wurden zu ganz verschiedenen Zeiten, beidesmal im Gegensatz zu den *Ostracodermen*,



in die Zoologie eingeführt. Aristoteles nannte den Flußkrebse und seine Verwandten mit Recht „*Malacostraca*“, da ihr Kalkpanzer an die Festigkeit des Kalkpanzers einer Muschel oder Schnecke (*Ostracodermata*) nicht heranreicht; er kannte die niederen Krebse noch gar nicht; diese wurden mit Ausnahme der schon früher bekannten *Cirripeden* erst im 17. und 18. Jahrhundert beschrieben, darunter die mit zweiklappigen Schalen versehenen *Ostracoden* und *Daphniden*, welche O. F. Müller „*Entomostraca seu Insecta testacea*“, gegliederte Schalthiere, nannte.

### I. Unterklasse.

### Entomostraken.

#### I. Ordnung. Copepoden, Ruderfüßler.

Um in das Studium der Crustaceen einzuleiten, sind die *Copepoden* am geeignetsten, da sie nicht nur einfacher, sondern auch ursprünglicher gebaut sind als die übrigen Entomostraken (Fig. 371). Die 16 Segmente ihres Körpers sind auffallend gleichförmig auf die einzelnen Körperabschnitte verteilt (Kopf 6, Thorax 5, Abdomen 5), nur daß ab und zu

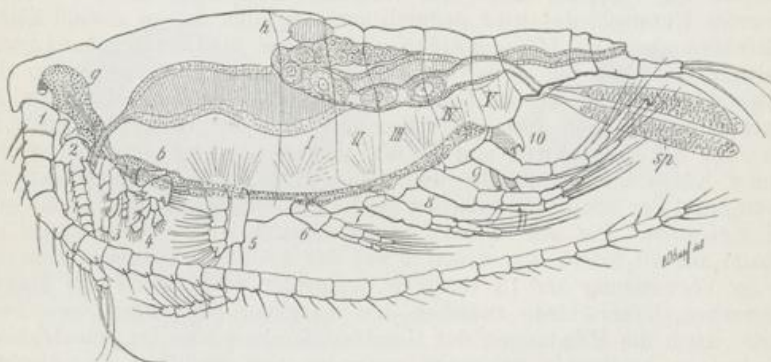


Fig. 371. *Diaptomus Castor*, Weibchen. *g* oberes Schlundganglion mit Nauplius-auge, *b* Bauchmark, *h* Herz, darunter Darm und Ovar, nicht bezeichnet, *sp* Spermatophoren an der Mündung des Eileiters befestigt, *1* erste Antenne, *2* zweite Antenne, *3* Mandibel, *4* Maxille, *5* Pedes maxillares, *6*–*10* Schwimmfüße.

wie bei den *Cyclopiden* des Süßwassers das erste Thoraxsegment mit dem Kopf und einige Abdominalsegmente untereinander verschmolzen sind (Fig. 6 S. 28). Sehr charakteristisch ist das letzte Abdominalsegment, das sich zur Furca gabelt. Während das Abdomen keine Extremitäten besitzt, trägt der Thorax 5 Paar typischer Spaltfüße (das letzte Paar meist rudimentär), wie sie in gleicher Ursprünglichkeit nur noch bei Larven von Krebsen vorkommen (Fig. 367). Auch die Kopfextremitäten lassen vielfach noch deutlich erkennen, daß sie aus Umbildung von Spaltfüßen entstanden sind.

Von den 6 Paar Kopfextremitäten sind die beiden vordersten, die Antennen, häufig einander ähnlich und stehen über den Rand des Kopfschildes wie Hörner hervor, worauf die alte Speciesbezeichnung „*Cyclops quadricornis*“ Bezug nimmt. Die erste Antenne ist stets einreihig und



kann beim Männchen unweit der Basis hakenartig zum Festhalten des Weibchens während der Begattung eingeschlagen werden. Die zweite Antenne kann dagegen den Charakter des Spaltfußes bewahren (Fig. 367 II). Sehr interessant ist die Mandibel, indem sie oft noch einen spaltfüßigen Palpus mandibularis trägt und, von Art zu Art verglichen, durch zahlreiche Übergänge (III, V) lehrt, wie eine einfache Kaulade aus einem Schwimmfuß hervorgehen kann. Auch der Palpus der Maxille zeigt noch Reste eines Innen- und Außenastes (IV). Den Abschluß des Kopfes bilden 2 Paar zum Ergreifen der Nahrung dienende Pedes maxillares, die früher als die auseinandergerückten Äste eines Fußpaares gedeutet wurden, jetzt als die Reste von 2 Extremitätenpaaren.

Äußerst einfach ist auch die innere Anatomie (Fig. 371). Der Darm hat meist noch keine Leber und verläuft fast gleichförmig bis zu dem zwischen den beiden Ästen der Furca gelegenen After. Als Auge funktioniert das unpaare, dem Hirn dicht aufgelagerte Naupliusauge, welches der bekanntesten Copepodengattung den Namen „*Cyclops*“ verschafft hat. Kiemen fehlen stets, Herz und Blutgefäße meistens: nur bei der parasitischen Gattung *Lernanthropus* und anderen *Dichelestinen* hat man ein System kommunizierender Röhren gefunden, die als Blutgefäße funktionieren, bei anderen frei lebenden Gattungen ein kleines, gedrungenes, lebhaft pulsierendes Herz. Beim Männchen und Weibchen sind die Geschlechtsdrüsen in der Regel unpaar, ihre am Anfang des Abdomens meist getrennt links und rechts mündenden Ausführwege paarig. Neben dem Oviduct besitzt das Weibchen ein Receptaculum seminis, an dem das Männchen seine Spermatophoren anheftet. Wenn die Eier den Oviduct verlassen, werden sie vom Receptaculum aus befruchtet und gewöhnlich mit anderen Eiern gemeinsam in eine Gallerte gehüllt. So entstehen am Abdomen des Weibchens je nach den Arten paarige oder unpaare „Eiersäckchen“, an denen man die Weibchen leicht erkennen kann (vgl. Fig. 6). Aus den Eiern kommt ein Nauplius heraus, der zum ausgebildeten *Copepoden* heranwächst, indem am hinteren Ende die fehlenden Segmente und Extremitäten hervorsprossen und die 3 Paar vorhandenen Extremitäten zu Antennen und Mandibeln werden.

I. Unterordnung. Die bisher geschilderten Copepoden, die *Eucopepoden*, sind im Meer und Süßwasser in vielen Arten und enormen Mengen von Individuen verbreitet und bilden einen gewaltigen Teil des „Plankton“, und dadurch die wichtigste Nährquelle nicht nur für die Fische, sondern auch für die riesigen Bartenwale (*Cetochilus australis* und *septentrionalis* u. a. färben durch dichtgedrängte Schwärme das Meer weithin rot). Die Süßwasserarten bilden zum Teil Wintereier, zum Teil schützen sie sich oder ihre Eier durch feste Hüllen. Parthenogenese ist nicht bekannt. Vorwiegend im Süßwasser leben die *Cyclopiden*: *Cyclops coronatus* Claus (Fig. 6). Bewohner des Meeres und der Süßwasserseen sind die mit einem Herz versehenen *Calaniden*: *Diaptomus Castor* Jur. (Fig. 371). Einen Übergang zur folgenden Unterordnung vermitteln die halbparasitischen *Corycäiden* (auf pelagischen Tieren die wundervoll metallisch irisierende *Sapphirina fulgens* Thomp.) und die in der Ascidienkieme schmarotzenden *Notodelphiden*.

II. Unterordnung. Zu den Copepoden gehören ferner die *Parasitica* (*Siphonostomata*), Tiere, auf welche die bisherige Schilderung gar nicht paßt (Fig. 272, vgl. auch Fig. 7 und 8), von so merkwürdigem



Äußern, daß sie lange Zeit für Würmer gehalten worden sind. Ihre Mandibeln sind zu Stechborsten umgewandelt und in einen von Ober- und Unterlippe gebildeten Stechrüssel eingeschlossen. Mit diesem Saugorgan bohren sich die Tiere in die Haut oder die Kiemen von Fischen ein. Sie besitzen einen unförmlichen Körper, an welchem man vielfach nichts mehr von Gliederung und nur Spuren von Extremitäten finden kann. Man würde die Tiere zunächst nicht einmal für *Arthropoden* halten dürfen, wenn nicht 3 Merkmale die systematische Stellung klar bewiesen. 1. Die meisten Tiere haben am hinteren Ende die 2 Eiersäckchen der *Copepoden*; nur sind sie häufig zu spiral aufgerollten Schnüren verlängert. 2. Im Laufe der Jahre hat man eine vollständige Kette von Zwischenformen aufgefunden, die Schritt für Schritt verfolgen lassen, wie allmählich die zierliche Gestalt eines frei beweglichen *Copepoden* in den plumpen Körper eines Parasiten übergeführt wird. 3. Am

überzeugendsten ist die Entwicklungsgeschichte; die meisten parasitischen Copepoden verlassen das Ei als Nauplius und durchlaufen ein mehr oder minder ausgeprägtes „Cyclopsstadium“, ehe sie sich auf den Fischen festsetzen und zu hochgradig rückgebildeten Parasiten werden (Fig. 7). Die angesaugten Tiere sind stets Weibchen. Die Männchen haben andere Gestalt; sie überschreiten vielfach das Cyclopsstadium nicht, sondern vollziehen auf diesem Stadium die Begattung und sterben ab (Fig. 8); oder sie machen ebenfalls eine Metamorphose durch, bleiben aber dabei klein und von ganz absonderlicher Form. Man findet sie in der Nähe der Geschlechtsöffnung am Körper des Weibchens festgeklammert. Extreme Fälle parasitischer Degeneration sind die *Lernäiden*: *Lernaea branchialis* L., auf Dorsch und Flundern, *Lernaeocera esocina* Burm. auf dem Hecht (Fig. 372), und die *Lernäopodiden*: *Achtheres percarum* Nordm. (Fig. 7).

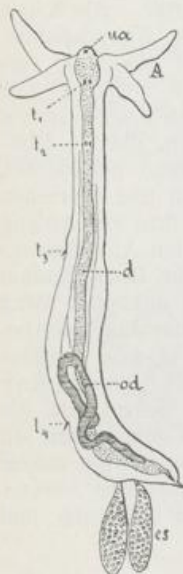
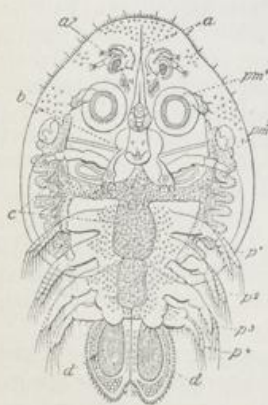


Fig. 372. *Lernaeocera esocina*, Weibchen (aus Lang nach Claus). ua Stirnauge,  $t_1$ – $t_4$  rudimentäre Thoraxextremitäten, d Darm, od Oviduct, es Eiersäckchen, A armartige Fortsätze am vorderen Körperende.



III. Unterordnung. *Branchiuren*, mit der kleinen Familie der *Arguliden* oder *Karpfenläuse* (Fig. 373), Krebse von etwa 1 cm Länge, die sich mit Hilfe von Saugnäpfen und Krallen, welche aus umgewandelten *Pedes maxillaris* hervorgegangen sind, an der Haut von *Cyprinoiden* und anderen Fischen festhalten und in dieselbe ihre stilettförmigen, in eine Saugröhre eingeschlossenen Mandibeln und Maxillen einbohren. Sie sind vermöge der vier Paar wohl entwickelter Ruderfüße vorzügliche Schwimmer. Der Körper hat die Gestalt eines

Fig. 373. *Argulus foliaceus* (aus Leunis-Ludwig). a Stachel,  $a'$  Antenne,  $pm^1$ ,  $pm^2$  erster und zweiter *Pes maxillaris*, b Mund, c Darm mit Leber, d Abdomen,  $p^1$ – $p^4$  Spaltfüße des Thorax.



herzförmig ausgeschnittenen Schildes, unter dem nur die letzten Thorax-segmente und das Abdomen hervorschauen. In vieler Hinsicht erheben sich die *Arguliden* über den Bau der übrigen Copepoden und nähern sich den Branchiopoden, indem sie ein Paar zusammengesetzter Augen, einen Darm mit verästelten Leberblindschläuchen und ein im Bauchabschnitt gelegenes Herz besitzen. *Argulus foliaceus* L.

## II. Ordnung. Branchiopoden, Kiemenfüßler.

Obwohl die *Branchiopoden* eine im höchsten Grade einheitliche Gruppe bilden, ist es nicht möglich, auch nur einen auf die Ordnung beschränkten, systematisch brauchbaren Charakter ausfindig zu machen, welcher unverändert durch die ganze Gruppe hindurch sich erhielt. Das auffälligste Merkmal ist die eigentümliche lamellöse Gestalt der Beine; dieselben verlieren aber ihre charakteristische Beschaffenheit und werden zu gewöhnlichen Spalt- oder Gehfüßen, je mehr in der Gruppe ein zweites Merkmal, die mächtige Ruderantenne, an Bedeutung gewinnt. Sehr verbreitet sind paarige oder unpaare Hautduplikaturen, aber sie fehlen am Anfang der Reihe und können andererseits auch am Ende der Reihe wieder verschwinden. Trotz alledem fügen sich die einzelnen Familien der Branchiopoden verwandtschaftlich zu einer so fest geschlossenen Ordnung aneinander, daß die systematische Zusammengehörigkeit auch der Endformen nicht zweifelhaft sein kann.

Der Branchiopodenfuß (Fig. 374) läßt sich aus dem Copepodenfuß durch zwei Umformungen leicht ableiten: erstens müssen wir uns vorstellen, daß sich an der Basis der Extremität ein Kiemensäckchen durch Ausstülpung entwickelt hat; zweitens müssen wir annehmen, daß Innen- und Außenast blattartig geworden sind. Die Zahl der Beine und demgemäß auch die Zahl der Thoraxsegmente schwankt außerordentlich zwischen 4—6 bei den *Daphniden* und 10—60 bei den *Estheriden* und *Apusiden*; ebenso inkonstant ist die stets geringe Zahl der extremitätenlosen Abdominalsegmente, dessen letztes gegabelt ist oder in zwei lange geringelte Fäden ausläuft; dagegen haben alle Branchiopoden 4 (selten 5) Kopfsegmente, welche die 2 Paar Antennen, 1 Paar Mandibeln, 1 (selten 2) Paar Maxillen tragen. Wo Mantelfalten vorhanden sind, bilden sie nur selten ein unpaares Rückenschild über den in dorso-ventraler Richtung abgeplatteten Körper (Fig. 377); gewöhnlich ist der

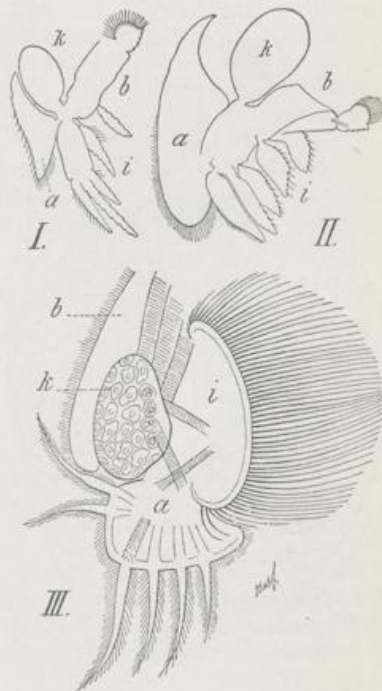


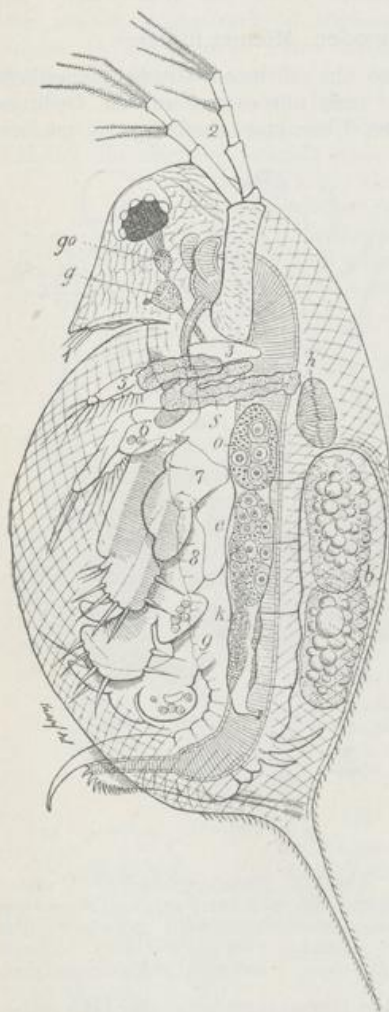
Fig. 374. Branchiopodenfüße. I und II zweites und sechstes Bein von *Branchipus Grubei* (nach Gerstaecker). III viertes Bein von *Daphnia sima* (nach Claus). b Basis, a Außenast, i Innenast, k Kiemensäckchen.



Körper in querer Richtung zusammengepreßt und in einer linken und rechten Schalenklappe geborgen (Fig. 375).

Die innere Organisation ist wesentlich höher als die der Copepoden. Zum rudimentären unpaaren Naupliusauge gesellt sich das paarige zusammengesetzte Auge; der Darm ist mit zwei (manchmal verästelten) Leberblindschläuchen ausgerüstet, den „Leberhörnchen“; dorsal vom

Darm liegt stets das Herz, bei den segmentreichen Formen ein langer Schlauch mit vielen seitlichen Spaltöffnungen, bei den gedrungenen *Cladoceren* dagegen ein Säckchen mit nur einem Paar Spalten. Sehr groß ist ferner die Schalendrüse.



Bei der Fortpflanzung unterscheidet man Sommer- und Winter-eier. Die Sommer- oder Subitaneier bilden nur einen Richtungskörper und entwickeln sich parthenogenetisch; die Winter-eier dagegen, welche stets beide Richtungskörper abschnüren, bedürfen der Befruchtung, wenn sie nicht zugrunde gehen sollen. Die parthenogenetischen Sommereier sind dünnchalig und werden meist in besonderen Bruträumen des Weibchens eingeschlossen; ihre Embryonen kriechen nach verhält-

Fig. 375. *Daphnia pulex*. *go* Ganglion opticum, darüber Opticus und zusammengesetztes Auge, *g* oberes Schlundganglion mit Naupliusauge, *s* Schalendrüse, *h* Herz, *o* Ovar, *e* Eianlagen, *k* Keimstätte. Die Eianlagen lösen sich aus der Keimstätte ab, bilden bei *c* Gruppen von 4 Zellen; aus diesen entsteht 1 Ei (*o*) mit 3 abortiven Eiern; das wachsende Ei mit seinen 3 abortiven Eizellen (Dotterzellen) rückt (wiederum bei *c*) rückwärts, um in den Brutraum zu gelangen, *b* Brutraum mit Embryonen. 1 vordere, 2 hintere (Ruder-) Antenne, 3 Mandibel (Maxille ist rudimentär und nicht sichtbar), 4–9 die 5 Beinpaare; Darm mit Leberhörnchen durch Ringelung deutlich gemacht.

nismäßig kurzer Zeit aus. Die Wintereier dagegen sind mit harten Schalen umgeben, werden abgesetzt und bedürfen langdauernder Ruhe; sie können eintrocknen und einfrieren, ohne die Keimfähigkeit zu verlieren, und können noch nach Jahren, unter günstige Bedingungen gebracht, junge Tiere liefern. Für manche Arten ist es sogar erwiesen, daß Eintrocknen und Einfrieren zu den für die Entwicklung nötigen Vorbedingungen gehört. So erklärt sich, weshalb in Tümpeln oder Pfützen, die jahrelang unbelebt waren, plötzlich



die großen *Apus* und *Branchipus* in überraschenden Mengen auftreten können. Die merkwürdige Fortpflanzungsweise der Branchiopoden wird verständlich, wenn wir bedenken, daß dieselben vorwiegend Süßwasserbewohner sind; die Wintererier schützen die Existenz der Art während der ungünstigen Zeiten der Dürre und des Frostes; die Sommererier haben den Zweck, die günstigen Bedingungen des Frühjahrs und des Sommers zu rascher Vermehrung und Ausbreitung der Art zu benutzen. Durch diese Regelung der Fortpflanzungsweise ist es dahin gekommen, daß bei allen *Branchiopoden* die Männchen spärlich und nur zu Zeiten auftreten; sie sind bei manchen Arten noch unbekannt. Die Bildung von Wintereriern und das Auftreten von Männchen ist übrigens keineswegs an den Beginn der kalten Jahreszeit gebunden, sondern erfolgt aus inneren Ursachen (veränderte Ernährung der Eizellen), deren Eintritt allerdings durch ungünstige äußere Existenzbedingungen befördert werden kann. „Wintererier“ (besser Dauererier) können daher auch im Sommer auftreten.

I. Unterordnung. Die *Phyllopoden*, *Blattfüßler*, sind segmentreiche, meist mehrere Centimeter große Tiere mit langgestrecktem Herz und deutlichen Kiemenblatfüßen, welche zu einer halb schwimmenden, halb kriechenden Bewegung dienen, während die zweite Antenne zur Fortbewegung nicht benutzt wird. Die Tiere gewinnen ein ganz verschiedenes Aussehen je nach dem Vorhandensein und der Beschaffenheit der Mantelfalten. 1. Die *Branchiopoden* haben einen nackten Körper ohne jegliche Mantelduplikatur und gestielte Augen (Fig. 376),

*Branchipus stagnalis* L., 1–2 cm groß, in Bächen und Tümpeln, *Artemia salina* L. in Salzlaken. — 2. Die *Apusiden* (Fig. 377) haben eine breite Rückenfalte, welche den dorso-ventral abgeplatteten Körper zum größten Teil von oben zudeckt; *Apus cancriformis* J. C. Schöff., der größte Phyllopode des Süßwassers, 3 cm lang (ohne die Schwanzfäden). — 3. Die *Estheriden* besitzen eine rechte und eine linke Schale, welche den in querrer Richtung zusammengepreßten Körper samt Kopf umhüllen. *Limnadia Hermannii* Brongn.

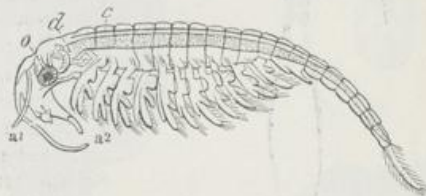


Fig. 376. *Branchipus stagnalis* (nach Leunis-Ludwig). *a¹* erste, *a²* zweite Antenne, *o* Facettenauge, *d* Darm, *c* Herz.

II. Unterordnung. *Cladoceren*. Wie bei den *Estheriden*, ist auch der Körper der sehr viel kleineren und segmentärmeren *Cladoceren* in eine Art Muschelschale eingeschlossen (Fig. 375). Die betreffende vom Kopf entspringende, denselben aber nicht umschließende Mantelfalte ist bei vielen Cladoceren sehr klein und reicht wie eine Kapuze nur über die ersten Segmente, so daß man kaum von Schale reden kann; bei anderen ist sie nach rückwärts über den ganzen Körper ausgedehnt und durch eine scharfe, in einen Stachel auslaufende Knickung in der medianen Rückenlinie in eine linke und rechte Schalenklappe abgeteilt, welche vom Kopf durch eine Kerbe abgegrenzt werden; neben dieser Kerbe erheben sich die starken Ruderantennen, welche mit ihrem reichbehaarten Außen- und Innenast das Schwimmen besorgen; unter der schnabelförmigen Spitze des Kopfes findet man die kleinen ersten Antennen, die als Träger von Riechborsten — beim Männchen auch eines oder mehrerer zum Festhalten des Weibchens bestimmter Haken — dienen. Ein im Nacken vorhandener



Drüsenapparat dient vielen Arten als Haftorgan. Auf die Anwesenheit der Schale sind wohl die meisten übrigen Merkmale der Cladoceren zurückzuführen: die gedrungene Beschaffenheit des segmentarmen Körpers, womit wiederum die Säckchenform des lebhaft pulsierenden Herzens zusammenhängt, die unpaare Beschaffenheit des Facettenauges, welches aus Verschmelzung einer linken und rechten Anlage entsteht und demgemäß dauernd von einem linken und rechten Opticus versorgt wird.

In den weiblichen Geschlechtsorganen liegen die jungen Eier in Gruppen von 4 zusammen (Fig. 375). Aus jeder solchen Gruppe oder einem Eifach entwickelt sich nur ein Ei weiter, die anderen gehen zugrunde und dienen jenem zur Nahrung. Noch größere und dotterreichere Eier entstehen, wenn mehrere (2—12) Fächer zu einem Ei verschmelzen. Die

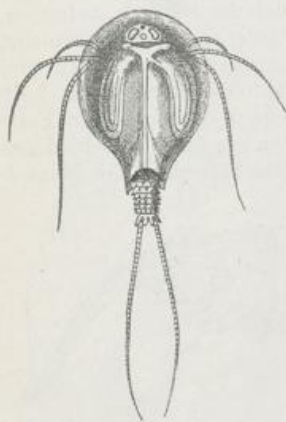


Fig. 377. *Apus cancriformis* (nach Leunis-Ludwig); der größte Teil der Segmente von einer unpaaren Rückenfalte zuge deckt.

nur aus einem Eifach entstehenden Eier sind die relativ dotterarmen Sommererier; die Eier, zu deren Aufbau mehrere Eifächer verbraucht werden, sind die viel größeren Wintererier. Bei allen Cladoceren dient der Raum zwischen Rücken des Tieres und Schale als Brutraum. Indem derselbe durch Anpressen eines Vorsprunges nahe dem hinteren Ende des Körpers gegen das Schalengewölbe fest geschlossen wird, ist sogar eine Ernährung der Brut durch Eiweißausscheidung der Mutter ermöglicht. Auch die größeren Wintererier verweilen, 1—2 an der Zahl, bei vielen Arten, wenn auch nur kurze Zeit, im Schalenraum, um außer der eigenen festen Schale oft noch mit einer weiteren Hülle, dem Ephippium, versehen zu werden. Letzteres wird durch eine Häutung der beiden Schalenklappen erzeugt, welche zuvor auf ihrer Außenseite durch zwei derbe Chitinplatten verstärkt worden sind. Diese sind im abgeworfenen Ephippium wie zwei Uhr gläsern gegeneinandergedreht; der von ihnen umschlossene Raum wird zum größten Teil vom Ei erfüllt, im übrigen von zelligen Räumen mit chitinösen Wandungen, die sich mit Luft füllen und eine Art Schwimmgürtel bilden. Eintrockneter Schlamm, in welchem Ephippien enthalten sind, ist geeignet, um Cladocerenkulturen anzusetzen. Durch den Schwimmgürtel getragen, gelangen die Eier an die Wasseroberfläche und finden so die günstigsten Entwicklungsbedingungen.

Cladoceren mit gut entwickelter Schale sind die *Daphniden*: *Daphnia pulex* Geer (Fig. 375). Bei den *Polyphemiden* dagegen ist die Schale rudimentär und nur als Brutraum von Bedeutung. *Bythotrephes longimanus* Leid., *Leptodora hyalina* Lillj., ein lichtscheuer, nur nachts in großen Schwärmen an der Oberfläche erscheinender Süßwasserbewohner.

### III. Ordnung. Ostracoden, Muschelkrebse.

Die Ostracoden (Fig. 378) haben mit den *Estheriden* und *Cladoceren* das Gemeinsame, daß ihr Körper von einer linken und rechten Schale umschlossen ist; dieselbe ist in ganz überraschender Weise mu-



schelähnlich; geschlossen, bedeckt sie nicht nur den Rumpf, sondern auch den Kopf mit den Antennen; beim Schwimmen treten am deutlichsten die letzteren zwischen den Schalenrändern hervor. Der Schalenschluß wird durch quer verlaufende Adductoren vermittelt, denen ein dorsales, elastisches Ligament entgegenwirkt. Genügen die Schalenmerkmale schon zur Unterscheidung der *Ostracoden* von *Estheriden* und *Daphniden*, so wird dieselbe noch weiterhin durch die Extremitäten begründet. Die vorderen, einästigen und hinteren, häufig zweiästigen Antennen dienen beide zum Schwimmen oder Kriechen und sind nach abwärts gebogene, reich gegliederte und reich mit Borsten versehene Fäden. Die nun folgenden Extremitäten (Mandibel, Maxille und drei Beine) haben fast jede ihre besondere Structur und sind auch von Gattung zu Gattung sehr verschieden gestaltet; variabel ist auch der innere Bau der Tiere.

Fig. 378.



Fig. 379.



Fig. 380.

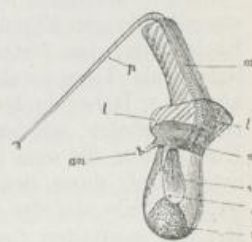


Fig. 381.



Fig. 378. Junge *Cypris* (aus Balfour nach Claus). 1 erste, 2 zweite Antenne, 3 Mandibel, 4 Maxille, 5—7 Beine (zum Teil auch maxillenartig), *s* die zweiklappige Schale, *d* Schalendrüse, *l* Leber, *f* Furca.

Fig. 379. Bau einer Lepadide, rechte Schale und Körperhaut entfernt, *s* Scutum, *t* Tergum, *c* Carina, *m* Muskel zum Schließen der Schale, *r* Rankenfüße, *p* Penis, *l* Leberanhänge des Darms, *o* Ovar, *o'* Oviduct, *h* Hoden, *h'* Vas deferens, *d* Cementdrüse mündet an der Basis der I. Antenne (nach Claus).

Fig. 380. Männchen von *Alcippe lampas*, *an* Antenne, *l* Mantellappen, *m*, *m* Muskeln, *oc* Ocellus, *p* Penis, *t* Hoden, *vs* Samenblase.

Fig. 381. Gehäuse von *Balanus Hameri* (aus Lang nach Darwin) in seitlicher Ansicht, gebildet von Rostrum, Lateralia und Carina, der Deckel besteht aus Scuta (*s*) und Terga (*t*).

*Cypridiniden*, die ersten 2 Beinpaare maxillenartig, das letzte zum Putzfuß entwickelt, Herz vorhanden. *Cypridina mediterranea* Costa. *Cypriden*, erstes Beinpaar maxillenartig, Herz fehlt. *Cypris fuscata* Jur.

#### IV. Ordnung. Cirripeden, Rankenfüßler.

Von allen Crustaceen weichen die *Cirripeden* dadurch ab, daß sie die freie Ortsbewegung aufgegeben haben und nach Art der Brachio-



poden festgewachsen sind. Zur Ansiedelung benutzen die Tiere mit Vorliebe Felsen, Holzpfähle und Tange im Bereiche der Ebbe- und Flutbewegung oder auch, wenn sich die Gelegenheit dazu bietet, die Körper anderer Tiere, die Gehäuse von Schnecken und Muscheln oder die Panzer von Krebsen; wenige Arten sind sogar an ein ganz bestimmtes Tier als Aufenthaltsort gebunden, wie die auf Walfischen lebenden *Coronulen* und *Tubicinellen*, ein Raumparasitismus, der sich bei *Anelasma squalicola* und den *Rhizocephalen* zu einem ganz ausgeprägten Parasitismus steigert, indem das Wohntier zugleich zum Zweck der Ernährung ausgesaugt wird.

Die Anheftung erfolgt mit dem Rücken ganz in der Nähe des vorderen Kopfendes: die ersten Antennen bedingen die erste Befestigung, die eine dauernde wird, indem eine Zementdrüse einen rasch erhärtenden Kitt liefert. Die bei den *Balaniden* (Fig. 381) zu einer Platte verbreiterte Anheftungsstelle ist bei den *Lepadiden* (Fig. 113, 379) zu einem langen Stiel ausgezogen.

Die festsitzende Lebensweise ist das Punctum saliens, von dem aus alle übrigen Eigentümlichkeiten der Cirripeden erklärt werden müssen. Es ist klar, daß festsitzende Tiere ein viel höheres Bedürfnis nach Schutz haben als Tiere, welche sich den Feinden durch die Flucht entziehen können. Daher finden wir nicht nur wie bei den Ostracoden linke und rechte Schalen, sondern in der Regel in diesen noch besonders erhärtete Kalkplatten, die man Scuta und Terga nennt (Fig. 113, 381, s, t), erstere dem Kopf, diese dem hinteren Ende benachbart. Dazu kommen noch weitere Teile, die der dorsalen Nahtlinie der Ostracodenschale entsprechen. Bei den gestielten *Lepadiden* findet sich ein unpaares, kahnartiges Stück, die Carina (c), selten noch weitere Stücke, unter ihnen das vor dem Stiel gelegene, ebenfalls unpaare Rostrum. Bei den ungestielten *Balaniden* sind Rostrum und Carina nicht nur kräftiger geworden, sondern es sind auch im Zwischenraum zwischen ihnen paarige Stücke, die Lateralia, eingeschaltet. Lateralia, Rostrum und Carina erheben sich von einer gemeinsamen Kalkbasis, wie Zinnen einer Mauerkrone, und bilden eine Kapsel, deren oberer Zugang durch einen zweiklappigen Deckel, die Scuta und Terga der linken und rechten Seite, vollkommen geschlossen werden kann. Werden die beiden Klappen des Deckels geöffnet, so klappt zwischen ihnen ein weiter Spalt, durch den man an den Körper des Tieres gelangt.

Der Körper der *Lepadiden* und *Balaniden* hat im wesentlichen denselben Bau: ventralwärts stark zusammengekrümmt, so daß die Mundöffnung der Afteröffnung genähert ist, trägt er meist 6 Paar Rankenfüße (Fig. 379), die bei geöffneter Schale sich weit auseinander breiten und, indem sie zeitweilig zusammenschlagen, einen lebhaften, Nahrung zur Mundöffnung leitenden Strudel unterhalten. Die Rankenfüße sind Spaltfüße mit geringeltem und dichtbehaartem Innen- und Außenast; zwischen ihnen verlängert sich das Abdomen in einen langen Penis. Von anderweitigen Extremitäten sind die vorderen Antennen, die Mandibeln und 2 Paar Maxillen zu nennen.

In der inneren Anatomie fällt vor allem auf, daß mit wenigen Ausnahmen die *Cirripeden* im Gegensatz zu den meisten *Crustaceen* und auch den meisten übrigen *Arthropoden* hermaphrodit sind, was wohl damit im Zusammenhang steht, daß die sitzende Lebensweise zuweilen Selbstbefruchtung nötig macht. Die Hoden liegen im Körper selbst, die Ovarien bei den *Lepadiden* im Stiel, bei den *Balaniden* in der Basal-



platte. Trotz des Hermaphroditismus finden sich Einrichtungen, um eine Selbstbefruchtung möglichst zu vermeiden: der lange Penis und das gehäufte Zusammenleben der Tiere. Ferner finden sich für den Fall, daß gekreuzte Befruchtung irgendwie verhindert ist, bei manchen hermaphroditen Arten die allen gonochoristischen Cirripeden zukommenden Zwergmännchen (Fig. 380). In der Gattung *Scalpellum* sind alle sich hieraus ergebenden Möglichkeiten tatsächlich durchgeführt: es gibt rein hermaphrodite Arten, hermaphrodite Arten mit Hilfsmännchen, endlich gonochoristische Arten. Die Männchen sind mikroskopisch kleine Tiere mit äußerst vereinfachter Organisation, welche in der Mantelhöhle der Cirripeden nahe der Geschlechtsöffnung leben. Der gänzlich ungegliederte Körper ist in einen Sack, die weichhäutig gewordene Schale, eingeschlossen und mit den Antennen fest verankert; aus der Öffnung des Schalensacks tritt der lange Penis hervor. Da die äußere Erscheinung der Cirripeden mehr an die Muscheln erinnert, ist es begreiflich, daß früher selbst wissenschaftliche Männer die Tiere tatsächlich für *Mollusken* hielten. Klarheit verschaffte auch hier wieder die Entwicklungsgeschichte (Fig. 382); diese lehrte, daß aus den Eiern ein großer Nauplius hervorkommt, welcher sich nach einiger Zeit in ein Tier mit zweiklappiger Schale verwandelt, das an Ostracoden erinnernde Cyprisstadium. Die mit 2 Facettenaugen ausgestattete Cyprislarve setzt sich fest, verliert die Facettenaugen und behält nur das Naupliusauge.

I. Unterordnung. *Lepadiden*. Cirripeden mit Stiel; Schale hauptsächlich von Scuta, Terga und Carina gebildet, zu denen bei den Gattungen *Pollicipes* und *Scalpellum* noch ein Rostrum und kleine Lateralien kommen können. *Lepas anatifera* L., Entenmuschel. Der deutsche Name nimmt Bezug auf eine Sage des Mittelalters. Da die Tiere sich hauptsächlich an Pfählen oder an Pflanzen festsetzen, hielt man sie für Auswüchse oder Früchte derselben; da ferner die Schale wegen der niedrigen Extremitäten ihrer Einwohner mit einem Ei, in dem ein Vogelembryo liegt, einige Ähnlichkeit hat, deutete man die vermeintlichen Pflanzenfrüchte für die Eier der Bernikelgans, *Anser torquatus*, und zog die vorübergehend für die Fastenvorschriften wichtige Konsequenz, daß die Bernikelgänse keine Tiere seien, da sie aus Eiern stammen, die als Früchte an Bäumen reifen. *Anclasma squalicola* Lov., ein weichhäutiger Cirriped, der auf Haien schmarotzt und zu den *Rhizocephalen* überleitet.

II. Unterordnung. *Balaniden*. Cirripeden ohne Stiel, Skelett eine Kapsel, aus Rostrum, Carina und Lateralia gebildet, über deren Öffnung sich Scuta und Terga als Deckel legen. *Balanus tintinnabulum* L., in zahlreichen Varietäten in allen Meeren vertreten. *Coronula balanus* L. siedelt sich auf der die Parasiten umwachsenden Walfischhaut an.

III. Unterordnung. *Rhizocephaliden*. Die Rhizocephalen — *Sacculina carcini* Thomps. auf *Taschenkrebsen*, *Peltogaster paguri* Rathke auf *Einsiedlerkrebsen* — (Fig. 383) weichen so sehr von allen Cirripeden ab, daß sie eine gesonderte Besprechung verlangen; sie sitzen auf der Bauchseite von Krabben und Einsiedlerkrebsen fest und dringen an der Grenze von Abdomen und Cephalothorax in letzteren mit ihrem Stiel ein; mit reichlichen, an Wurzeln erinnernden Verästelungen des Stiels durchsetzen sie die Organe, besonders die Leber des Wirts, welche sie aussaugen. Da alle Ernährung durch den Stiel vermittelt wird, fehlt der Darm vollständig; der Körper, ein querovaler Sack ohne Gliederung und ohne Extremitäten, ist im wesentlichen von den voluminösen Geschlechtsorganen erfüllt und wird von einem weichhäutigen Mantel umschlossen,



welcher das Äquivalent der Cirripedienschale ist; aus der Schalenpalte ist eine kleine Öffnung geworden, die man leicht irrtümlich für den Mund halten kann. In der Mantelhöhle liegen, in Gallertplatten verpackt, die Eier. Da keines der für die Arthropoden charakteristischen Merkmale sich erhält, kann die systematische Stellung der *Rhizocephalen* nur durch die Entwicklungsgeschichte ermittelt werden. Die aus der Mantelöffnung ausschließenden Larven sind Nauplien, durchlaufen das Cyprisstadium und dringen unter Verlust des Hinterkörpers und der Extremitäten in das Innere ihres Wirts; erst später kommen sie mit dem Eingeweidesack wieder auf der Oberfläche zum Vorschein (Fig. 382, 383).

Fig. 382.

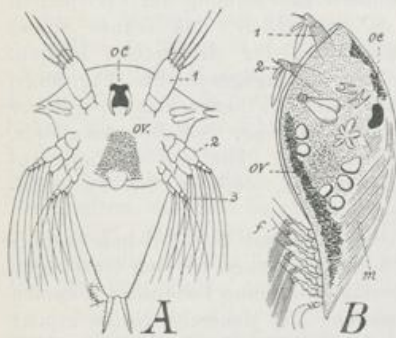


Fig. 383.

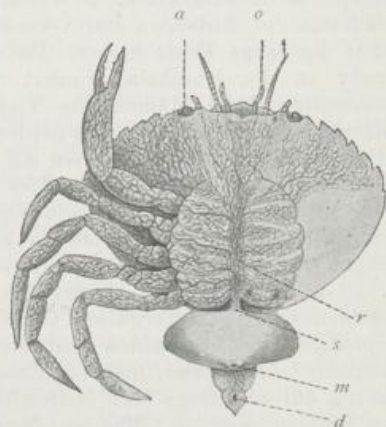


Fig. 382. Nauplius und Cyprisstadium von *Sacculina carcini*. 1 erste Antenne, 2 zweite Antenne, 3 Mandibel, oc Naupliusauge, ov Ovarialanlage, m Muskeln, f Rankenfüße (Fig. 382 und 383 nach Delage).

Fig. 383. *Sacculina carcini*, befestigt an *Carcinus maenas*, dessen Abdomen zurückgeschlagen ist. m Schalenöffnung, s Stiel, r Wurzelgeflecht, welches die Eingeweide des Wirts umspinnt, die Kiemenregion freilassend; a Antenne, o Auge, d After der Krabbe.

Von den typischen *Cirripeden* weichen erheblich kleine, im Mantel und den Schalen von Cirripeden und Muscheln parasitierende Formen ab, welche man in den weiteren Ordnungen der *Abdominalia* (*Alcippe lampas* Hanc.) und *Apodes* (*Protolepas bivineta* Darw.) zusammenfaßt.

#### V. Ordnung. Trilobiten oder Paläaden.

Den recenten *Entomostraken* reihen wir die ausgestorbenen *Trilobiten* oder *Paläaden* an, im Stamm der *Arthropoden* bei weitem die wichtigsten Fossilien; sie beginnen im Cambrium, treten in enormen Mengen von Individuen, Arten und Gattungen im Silur auf und sterben allmählich im Devon und Carbon aus; nur eine Art findet sich noch im Perm. Der Körper (Fig. 384) besteht aus dem Kopf und dem häufig mit Seitenstacheln besetzten Rumpf. Letzterer ist deutlich in Segmente gegliedert, deren Zahl bei jungen Tieren sehr gering ist, im Laufe des Wachstums aber eine Vermehrung (bei einzelnen Arten auf 10—29) erfährt. Das letzte, durch besondere Gestalt ausgezeichnete Segment heißt Pygidium. Links und rechts von der Mittellinie verlaufen zwei Längsfurchen und



teilen ein Mittelstück von zwei Seitenstücken ab, sowohl am Kopf (Glabella und 2 Genae), als auch am Rumpf (Rhachis und 2 Pleurae). Auf den Genae liegen zwei gewöhnlich vorzüglich erhaltene Facettenaugen, welche offenbar bei jungen Tieren oft noch auf der unteren Körperseite angebracht waren und erst im Laufe des Wachstums nach aufwärts rückten. Obwohl man Hunderte von Arten in zahlreichen, auf der Rückenseite vortrefflich erhaltenen Versteinerungen kennt, war man doch lange über die Beschaffenheit der Bauchseite und der Extremitäten im unklaren. Diese Teile müssen sehr zart gewesen sein, womit es übereinstimmt, daß man manche *Trilobiten* wie Igel eingekugelt findet. Erst in den letzten Jahren wurden Exemplare von *Triarthrus Becki* im Ober-Silur (Utica-Schiefer von Nordamerika) gefunden, an denen auch die Extremitäten gut erhalten sind (Fig. 385). Dieselben sind stark behaarte Spaltfüße an sämtlichen Rumpfsegmenten. Am Kopf sitzen 5 Extremitäten; die 4 hinteren sind ebenfalls Spaltfüße, doch sind ihre basalen, im Umkreis des Mundes gelegenen Stücke zu Kauladen umgewandelt; sie entsprechen den zweiten Antennen, den Mandibeln und den 2 Paar Maxillen. Nur die erste Antenne ist, wie bei allen *Crustaceen*, einreihig und besteht aus Schaftglied und Geißelanhang. Dem Gesagten zufolge sind die *Trilobiten* ungemein primitive Formen, primitiver als irgend welche lebenden Arten; sie stehen zwischen *Copepoden* und *Branchiopoden*. Mit ersteren teilen sie die Beschaffenheit der Extremitäten, besonders der Mundgliedmaßen, mit letzteren die Gestalt und Gliederungsweise des Körpers (variable Segmentzahl), sowie die Beschaffenheit der Augen. *Paradoxides bohemicus* Barr. (Fig. 384); *Triarthrus Becki* Green (Fig. 385).

Fig. 384. *Paradoxides bohemicus* (aus Zittel).

Fig. 385. *Triarthrus Becki* Green, von der Bauchseite aus gesehen, restauriert (nach Beecher). Am Kopf 1 Paar geringelte Antennen und 4 Paar zum Kauen dienende Spaltfüße, von denen der erste der II. Antenne, der zweite der Mandibel, der dritte und vierte den beiden Maxillen entsprechen. Rumpf mit Spaltfüßen versehen.

Fig. 384.

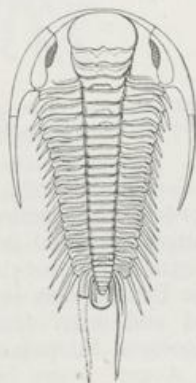
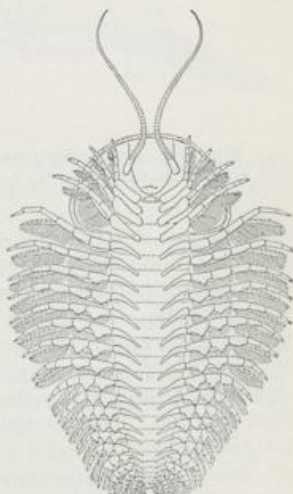


Fig. 385.



## II. Unterklasse.

### Malacostraken.

Wie wir gesehen haben, stimmen alle *Malacostraken* darin überein, daß sie als ausgebildete Tiere (mit Ausnahme der *Asseln*) anstatt der Schalendrüse, welche häufig bei der Larve noch erhalten ist, die Antennendrüse besitzen, daß die Geschlechtsorgane beim Weibchen am 11. Segment, beim Männchen am 13. Segment münden, daß



vor allem die Gesamtzahl der Segmente stets 20 beträgt, von denen 7 dem Abdomen angehören. Innerhalb der Gruppe unterscheidet man hauptsächlich 2 Legionen, die **Arthrostraken** oder **Edriophthalmen** (Fig. 386) und die **Thoracostraken** oder **Podophthalmen**. Dazu fügen viele Zoologen als eine dritte, wenige Arten enthaltende Gruppe die **Leptostraken**. Die beiden Hauptgruppen charakterisiert man am besten, wenn man sie einander gegenüberstellt und sich dabei von der gebräuchlichen Doppelbenennung leiten läßt.

Die Namen *Arthrostraken* und *Thoracostraken* beziehen sich auf die Anordnung der 13 ersten Segmente. Bei den *Thoracostraken* (Fig. 387) ist ein Cephalothorax vorhanden, indem entweder sämtliche Brustsegmente oder doch der größere Teil derselben mit dem Kopf zu einem unbeweglichen, fest gepanzerten Stück verbunden sind. Bei den *Arthrostraken* dagegen (Fig. 386) sind 7 Thoraxsegmente selbständig geblieben und verleihen dem Körper ein auffallend deutlich geringeltes Aussehen, während die 6 ersten Segmente des Körpers zu dem kleinen Kopfabschnitt verschmolzen sind.

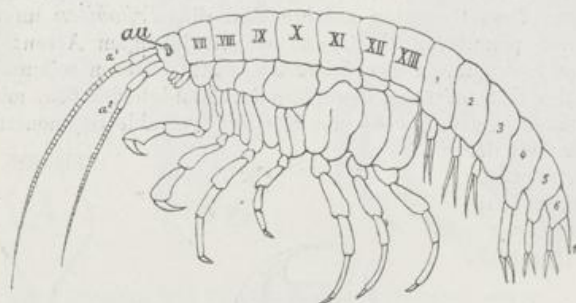


Fig. 386. *Amphithoe* (aus Gerstäcker).  $a^1$  erste,  $a^2$  zweite Antenne, VII—XIII die 7 freien Thoraxsegmente, 1—7 die Abdominalsegmente, *au* Auge.

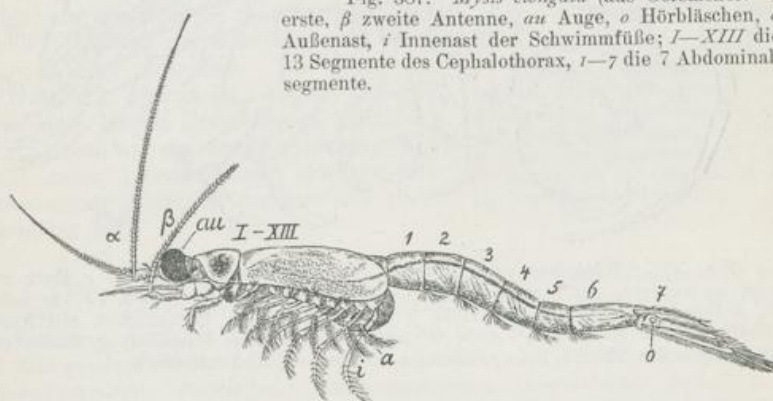
Die mit der Bildung des Cephalothorax im Zusammenhang stehende geringere Beweglichkeit des vorderen Körperabschnittes hat vielleicht zu dem zweiten systematisch wichtigen Merkmal geführt; bei den *Thoracostraken* werden die beiden zusammengesetzten Augen von langen Stielen getragen, welche wie Extremitäten in einem Gelenk beweglich mit dem Kopf verbunden sind und daher früher allgemein und auch neuerdings wieder von vielen Zoologen für präantennale Extremitäten gehalten wurden. Der gestielten Augen wegen heißen die Thoracostraken *Podophthalmen*, während man die Arthrostraken *Edriophthalmen* nennt, weil ihre zusammengesetzten Augen in gleichem Niveau mit der Umgebung liegen. Auch die beiden Antennen der Podophthalmen haben ihre Besonderheiten, indem sie oft 1—3 geringelte Anhänge (Geißeln) tragen, die zweite Antenne oft noch eine Schuppe.

Der Gegensatz zwischen *Thoracostraken* und *Arthrostraken* verliert an Schärfe durch die Existenz der *Cumaceen*, welche den Anfang zur Bildung des Cephalothorax, aber keine gestielten Augen besitzen. Es sind nächtliche, im Sande lebende Tiere (*Diastylis stygia* Sars). — Noch wichtiger für die phylogenetische Beurteilung der Crustaceen sind die *Nebalien* (*Nebalia Geoffroyi* M. E.), welche auf der Grenze der



*Entomostraken* und *Malacostraken* stehen und in der Neuzeit als *Leptostraken* zu einer den *Thoracostraken* und *Arthrostraken* gleichwertigen Abteilung erhoben werden. Die Gesamtzahl (13) der Segmente des mit einem Rostrum versehenen Kopfes (5) und des Thorax (8), desgleichen die Ausmündungsstelle der Geschlechtsorgane weisen auf eine nähere Verwandtschaft mit den *Malacostraken* hin; dagegen erinnern die lamellosen Brustfüße an die *Branchiopoden*. Von den 8 Abdominalsegmenten tragen nur die 4 ersten Spaltfüße. Beim Studium der inneren Anatomie fällt die gleichzeitige Anwesenheit der Antennendrüse und der allerdings rudimentären Schalendrüse auf, ferner der Bau des lang gestreckten Herzens, welches sich durch Thorax und Abdomen hinzieht und so einen indifferenten Ausgangspunkt bildet für die so verschiedenartige Lage des Herzens bei *Amphipoden* und *Isopoden*. Eine zweiklappige Rückenfalte deckt

Fig. 387. *Mysis elongata* (aus Gerstäcker.  $\alpha$  erste,  $\beta$  zweite Antenne,  $au$  Auge,  $o$  Hörbläschen,  $a$  Außenast,  $i$  Innenast der Schwimmfüße; I—XIII die 13 Segmente des Cephalothorax, 1—7 die 7 Abdominalsegmente.



den Thorax und den Anfang des Abdomens. — Eine sehr merkwürdige Form ist endlich auch der in einem Teich Tasmaniens (4000' hoch) entdeckte *Anaspides Tasmaniae* Thomps., *arthrostraken*ähnlich insofern alle Thoracalsegmente vom Kopf völlig getrennt bleiben, *schizopoden*ähnlich im Bau des Schwanzfächers, der gestielten Augen, der spaltfüßigen Thoracalbeine, in der Verteilung der Segmente (5+8+7), aber abweichend von allen *Malacostraken* durch die Lage der weiblichen und männlichen Geschlechtsöffnungen am 13. und 14. Segment (?) und die rudimentäre Beschaffenheit der Innenäste an den Pleopoden. Epipodiallamellen erinnern an die *Amphipoden*, das antennale Hörbläschen an die *Decapoden*.

#### I. Legion.

##### Edriophthalmen oder Arthrostraken.

Trotzdem der Kopfabschnitt der *Edriophthalmen* aus 6 Segmenten besteht, ist er ein auffallend kurzes Stück, welches 1 Paar sitzende, zusammengesetzte (durch Teilung ab und zu in 2 oder 3 Paar zerlegte) Augen und 6 Paar Extremitäten trägt, nämlich: 2 Paar fadenförmige Antennen, 1 Paar Mandibeln, 2 Paar Maxillen und 1 Paar Pedes maxillares. Die Kieferfüße bilden, indem sie in der Mittellinie dicht zusammengedrückt sind, den Abschluß des Kopfes. Die auf den Kopf folgenden,



scharf gegeneinander gesonderten 7 Thoraxsegmente sind mit Gangbeinen ausgerüstet, welche mit kräftigen Klauen oder Scheren enden. Ein Schwimmfußast wird an ihnen in der Regel nicht mehr angelegt. Dagegen sind die 5—6 Paar *Pedes spurii* des Abdomens Spaltfüße. Stets extremitätenlos ist am ganzen Körper nur das letzte Abdominalsegment, welches übrigens bei den *Amphipoden* nicht allgemein als ein Segment anerkannt, sondern vielfach nur als ein Anhang des VI. Segments (Afterklappe) angesehen wird.

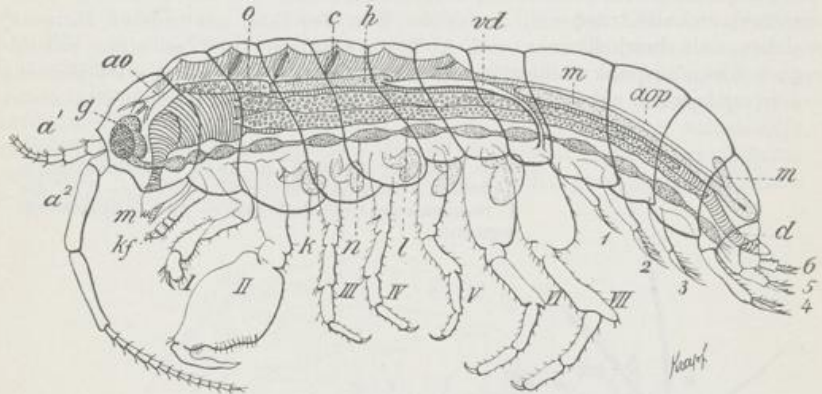


Fig. 388. Männchen von *Orchestia cavimana* (nach Nebeski). *c* Herz mit Ostien, *ao* vordere, *aop* hintere Aorta, *o* rudimentäres Ovar, *h* Hoden, *vd* Vas deferens, *d* Darm, *m* Malpighisches Gefäß, *l* Leberschläuche, *g* Hirnganglion mit Auge, *n* Bauchmark, *k* Kiemen, *a¹* erste, *a²* zweite Antenne, *m* Mandibel, *kf* Kieferfuß, I—VII Beine des Thorax, 1—3 vordere, 4—6 hintere Abdominalfüße.

Was die innere Anatomie anlangt (Fig. 388), so ist das Nervensystem interessant, weil es in auffallend klarer Weise den Bau eines Strickleiternnervensystems veranschaulicht. Der Darm ist ein gerade gestrecktes Rohr mit einer als Kaumagen dienenden Anschwellung am Ende des Ösophagus. In den Darm münden zweierlei Drüsen, einige Leberschläuche dicht hinter dem Kaumagen, in den Endabschnitt 2 excretorische Kanäle, die man, wie bei den Insecten, Vasa Malpighii nennt. Atmungs- und Circulationsorgane sind verschieden und ermöglichen 2 Ordnungen einander gegenüberzustellen, die schon nach ihrer Körpergestalt leicht zu unterscheidenden *Amphipoden* und *Isopoden*.

#### I. Ordnung. Amphipoden, Flohkrebse.

Die Amphipoden sind ausschließlich Wasserbewohner, die im Süßwasser vor allem durch den in Bächen an Wasserpflanzen und unter Steinen lebenden *Gammarus pulex*, im Meer durch die *Phronimen*, *Caprellen* etc. vertreten werden (Fig. 386, 388). Ihre Bewegungen sind lebhaft hüpfend, wobei ihnen die Gestalt des Körpers zugute kommt, welcher von links nach rechts etwas zusammengedrückt und über den Rücken stark gewölbt ist. Beim Schwimmen wird das Abdomen abwechselnd gegen die Brust eingeschlagen und kräftig gestreckt.

Die basalen Enden der Thoracalfüße sind oft zu schützenden Epimeralplatten verbreitert; einige von ihnen tragen nach innen zart-häutige Kiemenplatten oder Kiemensäcke (Fig. 389 *br*), ein Lieblingssitz



vieler Infusorien und Rotatorien, da sie beständig von frischem Wasser umspült werden. Beim Weibchen treten hierzu noch weiter die Brutplatten (*brl*), feste Chitinlamellen, die von links und rechts unter dem Bauch zusammenneigen und vermöge ihrer Krümmung einen Raum zur Aufnahme der Eier und der jungen aus-schlüpfenden Brut erzeugen. Zur Erneuerung des Atemwassers dienen die drei ersten Abdominalfüße, welche, lebhaft rudern, einen ständigen Wasserstrudel nach den Kiemen unterhalten; sie sind Spaltfüße mit schlanker Basis, schlankem Innen- und Außenast. Die 3 hinteren Abdominalextremitäten sind zwar ebenfalls Spaltfüße, aber von gedrunenem Bau: sie sind kräftige Springstangen, mit denen die Tiere sich aufstützen und durch das Wasser schnellen. Die Lage der Kiemen am Thorax ist Ursache, daß sich von dem langen Herzschlauch primitiver Crustaceen nur der vordere thoracale Teil mit meist 3 Ostienpaaren erhalten, der abdominale Abschnitt dagegen sich rückgebildet hat.

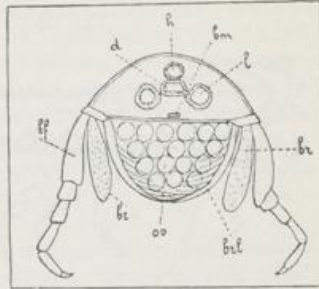


Fig. 389. Schematischer Querschnitt durch den Thorax eines Amphipoden, *Corophium longicorne* (aus Lang nach Delage). *d* Darm, *h* Herz, *bm* Bauchmark, *l* Leber, *br* Kieme, *brl* Brutlamelle, *ov* Eier im Brutraum, *bf* Brutfüße.

Die 3 Unterordnungen zeigen eine fortschreitende Tendenz zu parasitischer Lebensweise. I. Die *Crevettinen* sind vollkommen freilebende, schlanke, geschickte Schwimmer, mit kleinem Kopf. *Cheluriden*, marine, holznagende Formen: *Chelura terebrans* Phil., den Pfahlbauten gefährlich. *Gammariden*, vorwiegend Süßwasserformen: *Gammarus pulex* L. in Bächen, *Niphargus puteanus* Koch, blind, in tiefen Brunnen und Seen. II. Die *Hyperinen* haken sich mit ihren kräftigen Klammerbeinen an pelagische Tiere, welche sie ausfressen, fest; sie haben einen auffallend großen Kopf mit riesigen Augen. *Phronimiden*: *Phronima sedentaria* Fork. nistet sich mit dem Vorderkörper in dem ausgefressen und zu einem Tönnchen abgerundeten Cellulosemantel von *Salpen* und *Pyrosomen* ein, während das hervortretende Abdomen zum Rudern und Steuern dient. III. Bei den parasitischen *Lamodipoden* verwächst das erste Thoracalsegment mit dem Kopf, während andere die Extremitäten verlieren. Auf Hydroidpolypen schmarotzen die lang gestreckten *Caprelliden*: *Caprella linearis* L., auf Walfischen die gedrunenen *Cyamiden*: *Cyamus ceti* L.

## II. Ordnung. Isopoden, Asseln.

Die *Asseln* oder *Isopoden* unterscheiden sich von den *Amphipoden* in erster Linie dadurch, daß ihr Körper dorso-ventral abgeplattet ist; sie sind breit und flach, bewegen sich demgemäß auf dem Boden nur langsam kriechend oder im freien Wasser gleichmäßig rudern. Die Beine sind Schreitbeine und wie bei den *Amphipoden* im weiblichen Geschlecht mit Brutplatten ausgerüstet (Fig. 390), dagegen fehlen an ihnen die Kiemenanhänge, da zur Atmung ein Teil der Afterfüße des Abdomens dient. Am Abdomen, dessen Segmente nur in Sechszahl vorhanden sind und eine große Neigung zur Verschmelzung zeigen, ist, wie bei allen Malacostraken, das letzte Abdominalsegment extremitätenlos;



am vorletzten befindet sich eine Extremität, die je nach ihrer Verwendung verschieden aussieht; bei schreitenden Asseln (Fig. 390) ist dieser 5. Pleopode ein griffelförmiger Spaltfuß, bei schwimmenden Asseln dagegen sind Innen- und Außenast zu Ruderplatten geworden (Fig. 391), welche gemeinsam mit dem letzten Abdominalsegment einen

Fig. 390.

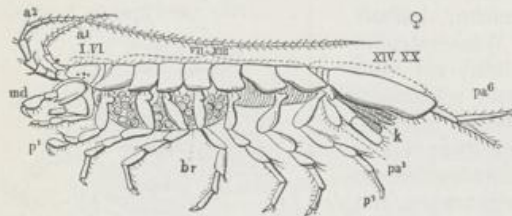


Fig. 390. *Asellus aquaticus* (aus Leunis-Ludwig).  $a^1$  erste,  $a^2$  zweite Antenne,  $md$  Mandibel,  $p^1$ — $p^7$  Beine des Thorax,  $pa^1$ — $pa^6$  Pedes spurii des Abdomens, zum Teil zu Kiemen ( $k$ ) modifiziert,  $br$  Brutraum,  $I$ — $VI$  die 6 verschmolzenen Kopfsegmente,  $VII$ — $XIII$  die 7 Thoraxsegmente,  $XIV$ — $XX$  die zum Teil verschmolzenen Abdominalsegmente.

Fig. 391. *Cymothoea emarginata*, vom Rücken gesehen (nach Gerstäcker).  $p^6$  die letzten (fünften) Pedes spurii, welche Schwimmplatten darstellen.

Fig. 391.



breiten, zum Rudern geeigneten Fächer abgeben. Die vier vorderen Beinpaare endlich sind in den Dienst der Respiration getreten, indem Innen- und Außenäste zu breiten Platten umgewandelt wurden. Gewöhnlich sind nur die Innenäste dünnwandige Kiemen, die Außenäste und die ganzen ersten Pleopoden derbwandige Kiemendeckel. — Infolge der abdominalen Lage der Kiemen ist das oft nur mit zwei Paar Ostien

ausgerüstete Herz ebenfalls im Abdomen untergebracht. — Die Antennendrüse ist rudimentär, die Schallendrüse gut entwickelt.

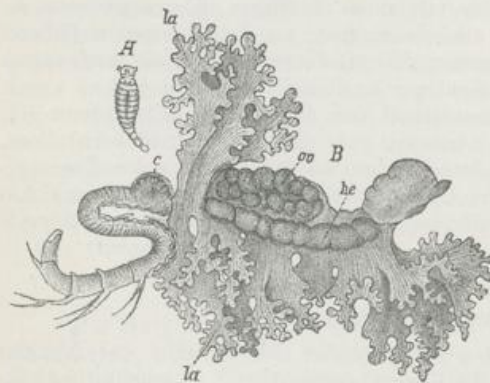


Fig. 392. *Entoniscus porcellanea* (aus Gerstäcker nach Müller).  $A$  Männchen,  $B$  Weibchen;  $la$  Brutlamellen,  $c$  Herz,  $ov$  Ovar,  $he$  Leber.

entwickelt, welche, wenn auch nicht anatomisch, so doch physiologisch den Tracheen der Insecten vergleichbar sind. Bei den Asseln ist die Neigung zu parasitischer Lebensweise noch größer als bei den Amphipoden: viele schwimmende Formen ernähren sich, indem sie sich mit

Die Kiemenlamellen der Abdominalfüße dienen auch bei den landbewohnenden Asseln zur Respiration von feuchter Luft. Bei *Porcellio* und *Armadillio* finden sich dagegen besondere Einrichtungen zur Luftatmung, indem sich in den vorderen Kiemendeckeln ein System reich verästelter Luftröhren



ihren zu Stechorganen umgewandelten Mundwerkzeugen in der Haut von Fischen einbohren, wobei sie sich mit den scharfen Krallen ihrer Beine festhalten. Bei nicht wenigen Arten kommt es zu einem typischen Parasitismus. Die *Bopyriden* wohnen in der Kiemenhöhle von Garneelen, die sie ausdehnen, und erhalten, den Raumverhältnissen sich anpassend, eine ganz asymmetrische Gestalt. *Cryptoniscus* ist ein unförmlicher Schlauch, der sich am Stiel von *Sacculina* ansaugt und, nachdem er das Abfallen dieses Parasiten veranlaßt hat, dessen Stiel und Wurzelgeflecht zur eigenen Ernährung weiter benutzt. Am merkwürdigsten sind die *Entonisciden* (Fig. 392), welche die Körperhaut von Decapoden vor sich einstülpend, in das Innere eindringen. Die abenteuerlichen Formen, welche sie hierbei gewinnen, werden namentlich durch die lappigen Brutlamellen bedingt. Vielfach sind die Tiere hermaphrodit, haben aber außerdem supplementäre Zwergmännchen (Fig. 392 A).

Mit griffelförmigen fünften Pleopoden sind ausgerüstet die Landasseln, *Onisciden*: *Oniscus murarius* Cuv., Mauerrassel, und *Porcellio scaber* Leuck., Kellerrassel, und die Wasserasseln, *Aselliden*: *Asellus aquaticus* L. — Dagegen sind die betreffenden Füße Ruderplatten bei den *Sphaeromiden*, Kugelasseln, und den hermaphroditen protandrischen *Cymothoiden*, Fischasseln. Zu den ersteren gehört außer typischen Formen, wie *Sphaeroma serratum* Fabr., die früher den *Aselliden* zugerechnete *Limnoria terebrans* Leach, welche das Holz von Schiffen und Hafenbauten zernagt und dadurch großen Schaden anrichtet. Die parasitischen *Cymothoiden* (*Cymothoe emarginata*, Fig. 391) sind Fischparasiten und leiten zu den parasitisch hochgradig degenerierten *Bopyriden* (*Bopyrus squillarum* Latr.) und *Cryptonisciden* über (*Cryptoniscus pygmaeus* Fr. Müll. und *Entoniscus porcellanae* Fr. Müll., Fig. 392). — Eine Mittelstellung zwischen Amphipoden und Isopoden endlich nehmen die Scherenasseln, *Tanaiden* (*Anisopoden*) ein: *Tanais dubius* Kroy.

## II. Legion.

### Thoracostraken, Podophthalmen, Panzerkrebse.

Für die Thoracostraken haben wir zwei Merkmale als charakteristisch hingestellt: 1. daß sie gestielte Augen besitzen, 2. daß Kopf und Brust zum Cephalothorax verschmolzen sind. Der Charakter der gestielten Augen läßt sich in gleichmäßiger Ausbildung durch die ganze Ordnung hindurch verfolgen, dagegen ergeben sich in der Ausbildung des Cephalothorax Unterschiede, je nachdem alle 13 ersten Segmente verschmolzen sind oder einige frei bleiben. Weitere Unterschiede betreffen die Extremitäten, von denen nur die fünf ersten bei allen Podophthalmen sich in gleicher Weise zu zwei Paar Antennen, einem Paar Mandibeln, zwei Paar Maxillen entwickelt haben. Was dagegen die acht folgenden anlangt, so können sie sämtlich noch ihre ursprüngliche locomotorische Function beibehalten haben, oder sie sind zum Teil zu Kieferfüßen (*Pedes maxillares*) geworden. Auf die Unterschiede in der Beschaffenheit des Cephalothorax und der Extremitäten gründet sich die Einteilung in drei Ordnungen: 1. *Schizopoden*, 2. *Stomatopoden*, 3. *Decapoden*.

#### I. Ordnung. Schizopoden.

Die *Schizopoden* (Fig. 387) besitzen schon den vollentwickelten Cephalothorax der Thoracostraken, indem sich vom Kopf aus eine Chitin-



falte über den Rücken legt, welche bis zum Abdomen reicht und mit allen oder den meisten Thoraxsegmenten verschmilzt; dagegen bewahren sie in der Beschaffenheit der Extremitäten primitive Zustände. Von den 13 Extremitäten des Cephalothorax sind die acht letzten Schwimmfüße und demgemäß mit Außen- und Innenast versehen. Bei den Weibchen der *Mysideen* tragen einige derselben Brutplatten. Von den Spaltfüßen des Abdomens sind die des 6. Paares stets kräftig entwickelt, welche mit dem extremitätenlosen 7. Segment, dem Telson, gemeinsam den Schwanzfächer erzeugen, wie er bei sämtlichen Podophthalmen, mit Ausnahme der Krabben, vorkommt. Der Schwanzfächer ist eine kräftig das Wasser vor sich hertreibende Ruderplatte, die aus fünf Stücken besteht; die Mitte bildet das 7. Segment, links und rechts davon liegen die lamellos umgestalteten Innen- und Außenäste der sechsten Abdominal-extremitäten. Merkwürdigerweise enthalten die Innenäste häufig (*Mysideen*) ein fast vollkommen geschlossenes Hörbläschen mit einem aus Fluorcalcium bestehenden Statolithen. Die zarte Beschaffenheit des Integuments ermöglicht eine ausgedehnte Hautatmung; daher fehlen Kiemen ganz (*Mysideen*) oder sind unbedeutende Anhänge der Brustfüße (*Euphausien*) oder der Bauchfüße (*Siriella*).

Am verbreitetsten ist die Familie der *Mysideen*, in Nord- und Ostsee, sowie auch in anderen Meeren durch die wenige Centimeter lange *Mysis flexuosa* Müll. vertreten. Weitere Familien sind die selteneren, mit Leuchtorganen versehenen, vornehmlich in großen Tiefen lebenden *Euphausiden* und *Lophogastriden*.

## II. Ordnung. Stomatopoden.

Die *Stomatopoden* sind in der Bildung des Cephalothorax nicht so weit vorgeschritten wie die *Schizopoden*, da die 3—4 letzten Segmente des Thorax vollkommen frei bleiben. Rücksichtlich der Extremitäten sind sie dagegen höher entwickelt, da nur die drei letzten freien Thoraxsegmente Schwimmfüße tragen, während die fünf vorhergehenden mit den für die Abteilung äußerst charakteristischen Raubfüßen ausgerüstet sind. Beim Raubfuß sind die beiden letzten Glieder sehr lang und kräftig; das letzte, säbelartig gekrümmt und mit scharfen Spitzen besetzt, kann in eine Rinne des vorletzten, wie die Klinge eines Taschenmessers in das Heft, eingeschlagen werden und Schnittwunden hervorrufen. Der zweite Raubfuß ist am kräftigsten und dient den selbst Fischen gefährlichen Tieren zum Zerfetzen ihrer Beute (Fig. 393).



Fig. 393. *Squilla mantis*.  
at, at' erste und zweite Antenne,  
pr und pr' Raubfüße, p Spalt-  
füße des Thorax, ps Füße des  
Abdomens mit Kiemenbüscheln  
(k), sa letztes Abdominalsegment,  
welches mit dem sechsten Pes  
spurius (f) den Schwanzfächer  
bildet.

Da die thoracalen Extremitäten für die Fortbewegung von untergeordneter Bedeutung sind, ist das Abdomen sehr lang und kräftig, besonders der Schwanzfächer. Letzterer wird in seiner Wirkung unterstützt von den 5 ruderartig abgeplatteten vorderen Afterfüßen, die zugleich ansehnliche Kiemenbüschel tragen. Mit der Verbreitung der Kiemen am



Abdomen und der ganz außergewöhnlichen Ausdehnung des letzteren hängt es zusammen, daß auch das Herz sich als ein lang gestreckter Schlauch mit vielen Ostien bis in das Abdomen hinein erstreckt.

Die Familie der *Squilliden* (Heuschreckenkrebsse) ist in europäischen Meeren durch die *Squilla mantis* Rond. vertreten, welche ihren Namen der Ähnlichkeit mit *Mantis religiosa*, einer ebenfalls mit Raubfüßen ausgerüsteten Heuschrecke, verdankt. Ihre durchsichtigen pelagischen Larven wurden früher unter dem Namen *Alima* und *Erichthus* als besondere Arten beschrieben.

### III. Ordnung. Decapoden.

Ihre höchste Organisationsstufe erreicht die Klasse der Crustaceen in den *Decapoden*, einer Gruppe, die noch weiteres Interesse dadurch gewinnt, daß die bekanntesten Krebse, unser *Flußkrebs*, der *Hummer*, die *Languste*, die *Garneelen* und *Krabben* hierher gehören. Mit den Schizopoden haben die Decapoden den vollkommen entwickelten, aus 13 verschmolzenen Segmenten bestehenden Cephalothorax gemein, welcher nach vorn oft in einen spitzen Fortsatz, das Rostrum, verlängert ist. Sie unterscheiden sich von ihnen dagegen durch den Bau und die Verwendung der Brustextremitäten. Von den acht Paar Spaltfüßen der Schizopoden sind die 2—3 vordersten Paare zu Pedes maxillares geworden. So bleiben in der Regel fünf Paar locomotorische Gliedmaßen (daher der Name *Decapoden*); dieselben besitzen häufig noch während der Larvenstadien (*Mysisstadium* Fig. 402) (bei manchen Garneelen sogar dauernd) den Schwimmfußast, verlieren denselben aber während der Metamorphose und werden so zu Gangbeinen, welche entweder mit Krallen oder Scheren enden. Meist verliert, wie bei unserem *Flußkrebs*, das erste Beinpaar seine locomotorische Function, indem es zu einer besonders beim Männchen auffallend großen, oft asymmetrisch entwickelten Schere wird, die als Waffe und Greifapparat dient.

Zur Bildung einer Schere kommt es, indem das vorletzte Glied des Beines einen Fortsatz nach vorn treibt, welcher neben und nach außen von dem letzten Glied vorbeiwächst und ihm, als dem beweglichen Blatt, gegenüber das feststehende Blatt der Schere liefert. Vor der Schere liegen dicht gedrängt hintereinander die Mundextremitäten, im ganzen 3 Paar Kieferfüße und 3 Paar Kiefer (Fig. 361); sie können, wenn man in der Betrachtung von dem dritten Kieferfuß nach der Mandibel fortschreitet, vortrefflich erläutern, in welcher Weise ein Spaltfuß zu einem Kiefer umgewandelt wird. Die dritten Kieferfüße (7) haben noch vollkommen den Spaltfußcharakter, indem eine zweigliedrige Basis einen kräftigen Außen- und Innenast trägt. Dadurch, daß die zweigliedrige Basis den Charakter von Kauladen gewinnt und die beiden Äste kleiner werden, leitet besonders der erste vordere Kieferfuß (5 und 6) zu den Maxillen über, die aus 2 Kauladen mit rudimentärem Palpus bestehen (3 u. 4). Bei der Mandibel ist, wie überall, nur das unterste Basalglied zu einem dafür um so kräftigeren Kauorgan umgebildet, an welchem ein Palpus mandibularis ansitzt (2). Hinter der Mandibel folgen 2 Paragnathen, abgegliederte Chitinfalten. Die ersten (1) und zweiten Antennen besitzen eine kräftige Basis, welche bei der vorderen kleineren Antenne 2—3, bei der größeren hinteren nur einen geringelten Faden (Geißel) trägt. Das Basalglied der ersten Antenne hat meist auf seiner

Extremitäten.



oberen Seite eine ovale, von starken Haaren geschlossene Öffnung, welche in die Hörgrube einleitet; das Basalglied der zweiten Antenne ist durch einen Höcker, die Mündungsstelle der grünen Drüse (Niere), ausgezeichnet (Fig. 398 *d*). Solange das Abdomen nicht wie bei den *Krabben* rudimentär ist, sind die Extremitäten des 6. Segments als äußere Platten des Schwanzfächers breite, beim Schwimmen hauptsächlich tätige Flossen (Fig. 396); die übrigen Pleopoden (Fig. 361 *g*) sind Spaltfüße, welche bei den meisten Garneelen noch gleichartig sind, sonst aber je nach den Geschlechtern verschiedene Verwendung finden. Beim Weibchen dienen die Pleopoden 2–5 zum Tragen der Eier, beim Männchen dagegen entwickeln die Innenäste von 1 und 2 (mit Ausnahme der *Palinuriden*) spatelförmige, als Penis funktionierende Anhänge. Daher sind beim Weibchen die ersten Pleopoden rudimentär oder gänzlich rückgebildet, umgekehrt fehlen wenigstens bei den *Krabben* die Pleopoden 3–6 dem Männchen.

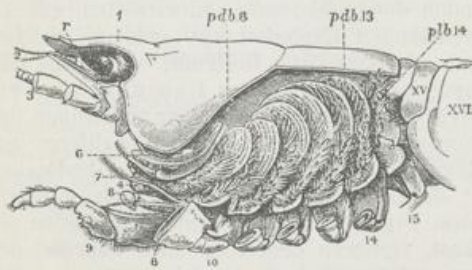


Fig. 394. Kiemendes Flußkrebsses, durch Abschneiden des Kiemendeckels freigelegt. 1 Augenstiel mit Auge, 2 und 3 Antennen, 4–6 Kiefern, 7–9 Kieferfüße, 10–14 die basalen Enden der Thoraxbeine mit den Kiemenanhängen (*pab*), *pab*<sup>13</sup>, *pab*<sup>14</sup> die Anhänge der gleich numerierten Extremitäten, XV, XVI erstes und zweites Abdominalsegment, 15 erster Pes spurius, *r* Rostrum.

Kiemens,  
Lunge.

Die starke Panzerung der Körperoberfläche macht bei den Decapoden eine ausgiebige Hautatmung unmöglich und bedingt die Anwesenheit zahlreicher schöner Kiemenbüschel, welche zum geringeren Teil an der Seitenwand des Cephalothorax, zum größeren Teil an der Basis der Extremitäten (Pedes maxillares und Gangbeine) sitzen (Fig. 394). Äußerlich

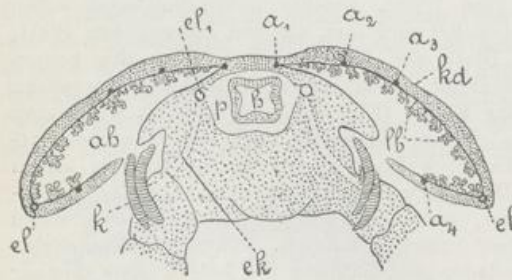


Fig. 395. Lunge von *Birgus latro*, auf einem schematischen Querschnitt durch das Tier auf der Höhe des Herzens dargestellt (aus Lang nach Semper). *kd* Kiemendeckel mit zuführenden Gefäßen (*a*<sup>1</sup>–*a*<sup>4</sup>) und Lungenbüscheln (*lb*) auf seiner Innenseite umgibt die Atemhöhle (*ah*); *el* Blutgefäße, die zum Herzbeutel (*p*) das Lungenblut leiten; *k* rudimentäre Kiemen mit zum Herzen führenden

Kiemengefäßen (*ek*); *el*<sup>1</sup> Einmündung der Lungen- und Kiemengefäße in den Herzbeutel; *h* Herz, welches das Blut vom Herzbeutel empfängt.

gewahrt man von ihnen nichts, weil links und rechts vom Rücken aus eine Falte entspringt, welche als ein hartschaliger Kiemendeckel sich über die Kiemen herüberwölbt. Da der Faltenrand sich fest an die Extremitätenbasis anfügt, entsteht eine leidlich gut geschlossene Kiemenhöhle, in welche ein nur vorn und hinten etwas ausgeweiteter, sonst eng geschlossener Spalt führt. Das hinten eintretende Atemwasser wird durch



eine schwingende Platte (Anhang der II. Maxille) am vorderen Ende ausgepumpt. Der gute Abschluß der Kiemenhöhle ermöglicht den Krebsen langen Aufenthalt außer Wasser, da genügend Wasser in ihrer Kiemenhöhle zurückbleibt, um die Kiemen feucht und functionsfähig zu erhalten. Bei manchen Arten, die dauernd auf dem festen Lande leben, kommt aber auch eine echte Luftatmung vor, indem ähnlich wie bei den Lungenschnecken die Kiemenhöhle in eine Art Lunge verwandelt wird, deren Wandung von einem respiratorischen Gefäßnetz überzogen ist (Fig. 395).

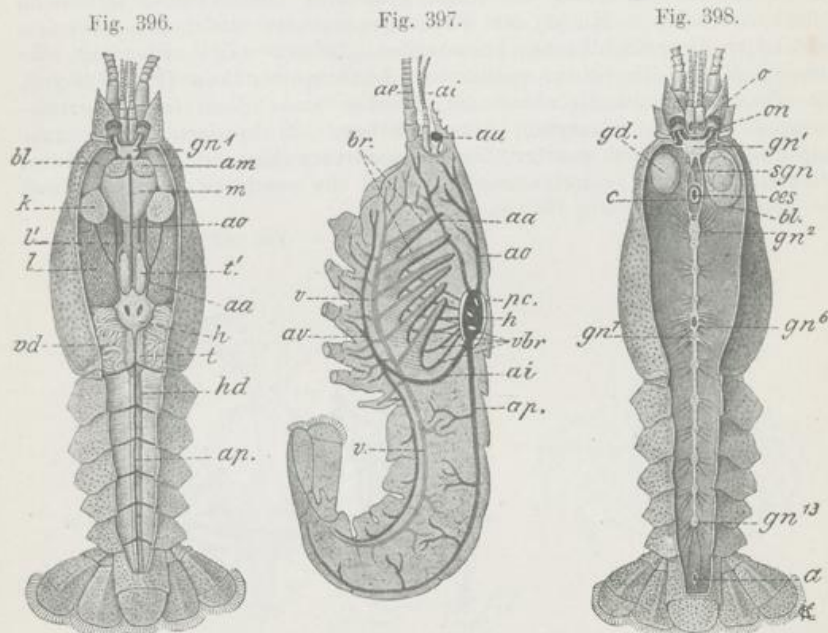


Fig. 396—398. Anatomie des Flußkrebse. Fig. 396. Rückendecke des Cephalothorax und Abdomens entfernt, um die Lage der Eingeweide zu zeigen. Fig. 397. Schema der Blutcirculation. Fig. 398. Alle Eingeweide mit Ausnahme der grünen Drüse und des Nervensystems entfernt. Rechts auch die Harnblase erhalten. Für alle Figuren gelten folgende Bezeichnungen: *ae*, *ai* äußere und innere Antenne, *au* Auge, *aa*, *ao*, *ai*, *ap*, *av* die vom Herzen ausgehenden Arterien, *h* Herz, *pc* Pericardialsinus, *v* Blutsinus für das Körperblut, *br* davon ausgehende Kiemenarterien, *vbr* zum Pericard zurückleitende Kiemenvenen, *bl* Harnblase, *gd* grüne Drüse, *m* Magen, *oes* Ösophagus, *l* Leber, *l'* Ausführungsgang derselben, *am* Muskeln des Magens, *hd* Hinterdarm, *a* After, *t* unpaarer, *t'* paariger Teil des Hodens, *vd* Vas deferens, *o* Gehörbläschen, *on* Nervus opticus, *gn*<sup>1</sup> oberes Schlundganglion, *gn*<sup>2</sup>—*gn*<sup>13</sup> Ganglien des Bauchmarks, *sgn* sympathische Nerven, *c* Schlundcommissuren, *k* Kaumuskeln.

Ein sicher konstatiertes Beispiel ist *Birgus latro*, dessen Atemhöhle durch eine Einschnürung in 2 Etagen geteilt ist, eine obere, welche als Lunge functioniert, eine untere, welche die Reste von Kiemen beherbergt.

Der hochgradig lokalisierten Atmung entspricht ein nahezu geschlossenes Blutgefäßsystem (Fig. 396, 397). Das Herz (*h*), ein gedrungener Körper von der Gestalt einer Bischofsmütze, empfängt das arterielle Blut durch 3 Paar Ostien aus dem Pericardialsinus (*pc*) und gibt es durch zahlreiche Arterien wieder in den Capillarbezirk des Körpers ab; das venös gewordene Blut gelangt in einen großen Venensinus an

Blutgefäßsystem.



der Basis der Kiemen und nach Durchströmung der letzteren mittelst zahlreicher Kiemenvenen in den Herzbeutel.

Darm.

Der Darm der Decapoden (Fig. 396) ist gerade gestreckt und besitzt eine ansehnliche Erweiterung in dem Kaumagen (*cs*), einem Sack, der auf seiner Innenseite mit spitzzackigen Chitinleisten und Zähnen zur Zerkleinerung der Nahrung versehen ist. In zwei Aussackungen der Magenwand findet man im Sommer die Krebssteine („Krebsaugen“), Ablagerungen von kohlensaurem Kalk, welche schwinden und zur Erhärtung des Chitins verbraucht werden, wenn der frisch gehäutete „Butterkreb“ sich seine Schale neu bildet. Hinter dem Kaumagen münden die beiden, aus fein verästelten Drüenschläuchen bestehenden „Lebern“ (*Lr*). Ebenfalls sehr ansehnlich sind die beiden spanngrünen Antennendrüsen (Fig. 398 *gd'*), die mit einer großen Harnblase (*h*) versehen sind. Vom Geschlechtsapparat ist als interessant hervorzuheben, daß die dorsal dicht unter dem Herzen gelegenen paarigen Geschlechtsdrüsen (Fig. 399, 400) in ihrem hinteren Abschnitt verschmelzen, während die vorderen Abschnitte und die Ausführwege paarig bleiben.

Niere,  
Geschlechts-  
organe.

Fig. 399.

Fig. 400.

Fig. 401.

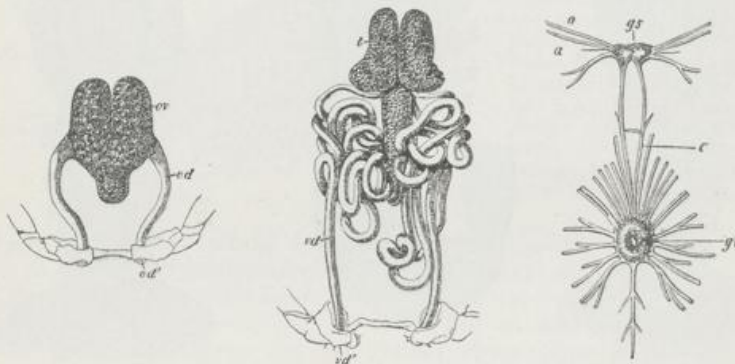


Fig. 399. Weibliche Geschlechtsorgane des *Flußkreb*s. *ov* Ovar, *od* Oviduct, *od'* Mündung desselben an der Basis der 11. Extremität (aus Huxley).

Fig. 400. Männlicher Geschlechtsapparat des *Flußkreb*s. *t* Hoden, *vd* Vas deferens, *vd'* Mündung desselben an der Basis der 13. Extremität (nach Huxley).

Fig. 401. Nervensystem einer *Krabbe* (nach Gegenbaur). *gs* oberes Schlundganglion, *o* Opticus, *a* Antennennerven, *c* Schlundcommissuren, *gi* Bauchmark, zu einer einzigen Ganglienmasse verschmolzen.

Nerven-  
system.

Der Bau des Nervensystems hängt von der Beschaffenheit des Abdomens ab; nach letzterem unterscheidet man systematisch *Macruren* und *Brachyuren*. Nur bei den Langschwänzen, wie z. B. unseren Flußkrebse, ist das Abdomen (Schwanz) wohlentwickelt, bei den Kurzschwänzen dagegen, den Krabben, ist es klein und in eine Rinne des Cephalothorax eingeschlagen, so daß es auf den ersten Blick zu fehlen scheint und nur mühsam herausgeklappt werden kann (Fig. 383). Bei den *Macruren* (Fig. 398) ist meistens wie bei unserem Flußkreb das Bauchmark des Nervensystems eine gegliederte Ganglienmasse mit 6 Ganglien des Cephalothorax und 6 Ganglien des Abdomens; bei den *Krabben* (Fig. 401) dagegen fließen alle Ganglien des Bauchmarks in einen großen Brustknoten zusammen, der mit dem Hirn durch 2 lange Schlundcommissuren zusammenhängt.



Die Entwicklungsgeschichte der meisten Decapoden ist durch die große Zahl der Larvenformen interessant. Die Regel ist, daß aus dem Ei eine Zoëa (Fig. 370) ausschlüpft, die sich in das Mysisstadium (Fig. 402) verwandelt; auf letzterem ist der Thorax (*T*) sowohl vom Kopf (*C*) wie vom Abdomen (*A*) abgesetzt und trägt zarte, an die *Schizopoden* erinnernde Spaltfüße. Bei den Krabben wird das Mysisstadium von der Megalopalarve ersetzt, bei welcher das Abdomen noch gut entwickelt ist, die Füße aber den Spaltfußcharakter schon verloren haben (Fig. 403). Bei manchen *Garneelen* (*Penaeus*) wird die Metamorphose vervollständigt, indem sich vor die Zoëa noch der dreibeinige Nauplius und der mit vielen Beinen versehene Metanauplius einschoben. Dieses für einige *Schizopoden* (*Euphausiden*) ebenfalls geltende Auftreten des Nauplius ist eine Tatsache von ganz hervorragender Bedeutung; sie zeigt, daß der Nauplius als die ursprüngliche Larvenform aller *Crustaceen* angesehen werden muß. Unser Flußkreb und einige andere Decapoden haben die Metamorphose verloren; sie haben aber im

Fig. 402.

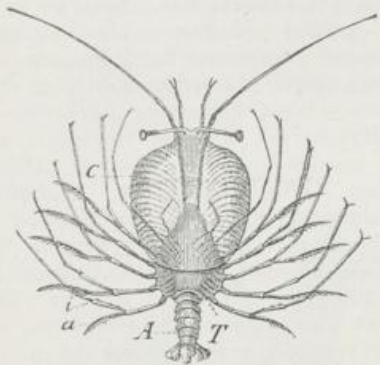


Fig. 403.

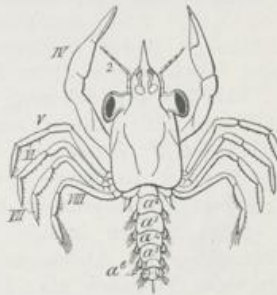


Fig. 402. Phyllosomalarve (Mysisstadium) von *Palinurus* (nach Gerstäcker). *i* Kopf, *T* Thorax, *A* Abdomen, *a* Außenast, *i* Innenast der Thoracalgliedmaßen.

Fig. 403. Megalopalarve von *Portunus*. 2 zweite Antenne, IV—VIII die Thoracalextrimitäten, *a*<sup>2</sup>—*a*<sup>6</sup> die Segmente des Abdomens (*a*<sup>6</sup> bezeichnet, anstatt des sechsten, das siebente Abdominalsegment) (aus Lang nach Claus).

Embryonalleben ein lang anhaltendes Stadium, auf dem nur 3 Extremitätenpaare vorhanden sind, das Naupliusstadium. Der unserem Flußkreb nahe verwandte Hummer verläßt das Ei auf dem Mysisstadium. Unterschiede in der Entwicklung können sogar bei derselben Art vorkommen: die Garneele *Palaeomonetes varians* verläßt im Meer als Zoëa, im Süßwasser auf vorgerücktem Mysisstadium das Ei.

I. Unterordnung. *Macruren*. Abdomen kräftig entwickelt, Seitenteile der Schwanzflosse gut entwickelt, Bauchmark langgestreckt.

A. *Natantia*. Garneelenartige Decapoden. Die Tiere schwimmen noch wie *Schizopoden* frei im Meere. Daher ist das Abdomen mit seinen Extremitäten kräftig entwickelt; die Thoracalbeine schlank, öfters noch mit Resten der Schwimmfüße versehen; der letzte Kieferfuß langgestreckt und beinartig. Auch gleichen die *Natantien* den *Schizopoden* in der starken Entwicklung eines schuppenartigen Anhangs der II. Antenne. Der Körper und namentlich das Rostrum ist von links nach rechts



zusammengedrückt. Bei manchen Arten finden sich noch der Nauplius und Metanauplius als Vorläufer des Zoöastadiums. 1. *Penäiden*: *Penaeus* *caramote* Desm. 2. *Palämoniden*: *Palaemon* (*Leander*) *squilla* L., Steingarneele, in Scharen zusammenlebend wie die *Crangoniden*, Sandgarneelen, *Crangon crangon* L.

B. *Reptantia*. Krebsartige Decapoden. Die Tiere bewegen sich mehr durch Kriechen als durch Schwimmen. Ihr massiver Körper besitzt

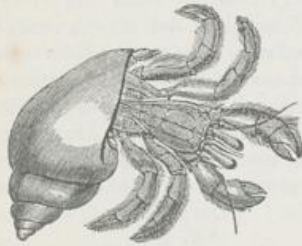


Fig. 404. *Pagurus barbatus* mit seinem Schneckenhaus (nach Schmar-da).

kräftige Thoracalbeine, dagegen kleine Pedes spurii. Das Rostrum ist dorso-ventral abgeplattet. 1. *Nephropsiden* (*Astaciden*) mit kräftig entwickelten Scheren. Die Gattung *Polamobius* (früher *Astacus*) ist in vielen Arten durch das Süßwasser über die ganze Erde verbreitet; bei uns einheimisch *P. astacus* L. (*A. fluviatilis*), Flußkreb; in der Mammuthöhle in Kentucky der kleine *Cambarus pellucidus* Tellk., der als Höhlenbewohner die Augen verloren hat. Nahe verwandt der größte *Macrure*, der Hummer, *Astacus gammarus* L. (*Homarus vulgaris*), *Nephrops norvegicus* L. 2. *Pali-*

*nuriden*, auch wegen ihrer besonders starken Panzerung *Loricaten* genannt, haben keine Scheren; ihre Mysislarven sind im Gegensatz zum ausgebildeten Tier äußerst zart und wurden unter dem Namen „Phyllosoma“ (Fig. 402) früher als besondere Krebse beschrieben. *Palinurus elephas* Herbst, Languste des Mittelmeeres, übertrifft den Hummer an Wohlgeschmack. *Scyllarus arctus* F., Bärenkreb. 3. *Paguriden*, Einsiedlerkrebse, zeigen infolge ihrer Lebensweise die ersten Anfänge von Verkümmerung des Abdomens (Fig. 404), werden daher mit den *Gala-theiden* und *Hippiden* als *Anomuren* zusammengefaßt, sie nisten sich in leere Schneckenhäuser ein, die sie vorfinden oder die sie durch Ausfressen der Schnecke sich zubereitet haben. Ihr Abdomen wird infolgedessen zu einem weichen, asymmetrischen Sack; nur der Cephalothorax bleibt hart gepanzert. *Eupagurus bernhardus* L. Viele Einsiedlerkrebse tragen auf ihren Schalen Aktinien mit sich herum, so der *E. prideauxi* Leach., die *Adamsia palliata* Boh. (vergl. S. 147). Beginn und Verkümmerung des Abdomens zeigt auch der in Erdlöchern nistende, die Kiemenhöhle als Lunge benutzende *Birgus latro* Herbst, der Kokosnußräuber; er soll nachts Kokosnußpalmen erklettern und von ihren Früchten leben.

II. Unterordnung. *Brachyuren*, Krabben. Abdomen rudimentär und gegen den breiten hartgepanzerten Cephalothorax eingeschlagen; Seitenteile der Schwanzflosse rudimentär oder vollkommen fehlend; Antennen klein, Hörgrübchen geschlossen, meist ohne Statolithen; Bauchmark konzentriert. 1. *Dromiaceen*. Letzte Beinpaare auf den Rücken verschoben; sie dienen den *Dromiden* zum Festhalten von Schwämmen oder zusammengesetzten Ascidien, welche sie sich wie Masken über den Cephalothorax stülpen, um sich unkenntlich zu machen. *Dromia vulgaris* M. E. 2. *Oxystomen*. Das Mundfeld bildet ein Dreieck mit nach vorn gerichteter Spitze. *Calappa granulata* L. 3. *Oxyrhynchen*. Cephalothorax nach vorn in eine Spitze ausgezogen. *Maja squinado* Rond. sorgt, daß ihr Cephalothorax von Algen und Hydroiden dicht bewachsen ist, um sich im Tang leichter



zu verstecken. 4. *Cyclometopen*. Der vordere Rand des Cephalothorax bogenförmig abgerundet. Am bekanntesten sind die Taschenkrebse: *Cancer pagurus* L. und der kleine Taschenkrebs *Carcinus maenas* L. 5. *Catometopen*. Der vordere Cephalothoraxrand bildet eine quere Linie, welche mit den Seitenkanten in rechtem Winkel zusammenstößt, so daß der gesamte Körper viereckig wird (Quadrilatera). *Pinnotheres pisum* L. in der Schale von *Mytilus*. Manche Viereckskrabben verlassen das Meer: die *Uca*-(*Gelasimus*-)Arten bewohnen Mangrovestümpfe; die *Gecarciniden* leben mitten in tropischen Wäldern; zur Fortpflanzungszeit wandern sie zur Eiablage in Scharen zum Meer. *Gecarcinus ruricola* L.

## II. Unterstamm.

### Tracheaten.

Alle in ihrer Organisation für das Landleben eingerichteten *Arthropoden* kann man als *Tracheaten* zusammenfassen. Das Landleben beeinflusst besonders zweierlei Organe, die Organe der Atmung und der Locomotion (Extremitäten). Die Atmungsorgane sind die Tracheen (Fig. 405, 406). Mit der Trachea des Menschen haben dieselben nur

Fig. 405.



Fig. 405. Tracheenbüschel einer Raupe (aus Gegenbaur). A Hauptstamm, B, C, D Verästelungen; a Epithel mit Kernen (k), d Luftinhalt der Tracheen.

Fig. 406.

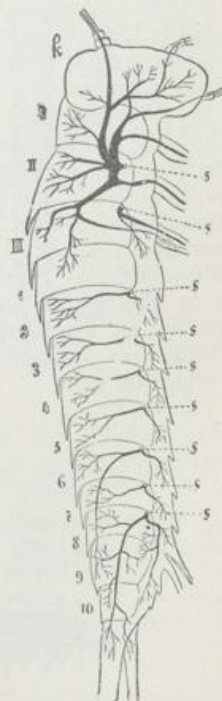


Fig. 406. Tracheensystem der rechten Seite von *Machilis maritima* (aus Lang nach Oudemans). s Stigmen und Tracheenbüschel, k Kopf, I-III Thoraxsegmente, 1-10 Abdominalsegmente.

gemein, daß sie Röhren sind, deren mit Luft gefülltes Lumen von festen Wandungen stets klaffend erhalten wird; sonst unterscheiden sie sich in jeder Beziehung, vor allem dadurch, daß sie auf der Oberfläche der Haut



durch Öffnungen, die Stigmata, münden. Sie sind Einstülpungen der Haut und haben daher auch die Structur derselben, ein Epithel und eine von demselben ausgeschiedene Chitinschicht. Letztere kleidet das Kanallumen aus („Tracheenintima“) und bedingt das Klaffen der Wandung. Ihre Festigkeit wird meist durch Spiralfäden erhöht, Chitinleisten, welche auf der Innenseite in so flachen Spiralwindungen aufsteigen, daß man zunächst den Eindruck der Ringelung (Bild der Querstreifung) erhält und erst durch Dehnen der Trachee die Spiraltouren nachweisen kann. Vom Stigma ausgehend, verästeln sich die Tracheen, bis sie in den Geweben mit den dünnwandigen Tracheencapillaren endigen. Für die ursprüngliche Anordnung der Tracheen kann man im allgemeinen die Regel aufstellen, daß jedes Segment ein linkes und rechtes Stigma und ein linkes und rechtes Tracheenbüschel hat. Dieses Grundschema ist indessen bei keinem Tracheaten vollkommen durchgeführt; meist haben einige Segmente keine eigenen Tracheenbüschel und werden von Nachbarsegmenten versorgt (Fig. 406), oder die segmentalen Büschel verbinden sich (Fig. 58) durch Längsstämme, was meistens dahin führt, daß sich nur an einem Teil der Segmente die Stigmenpaare erhalten, welche das ganze einheitlich gewordene Kanalsystem mit Luft füllen. Obwohl nun die Atmungsorgane für den Aufenthalt in der Luft berechnet sind, gibt es doch Wasser bewohnende *Insekten* und *Arachnoideen*. Dieselben atmen gleichwohl Luft, die sie als im Wasser silbern glänzende Blasen mit sich an haarigen Körperstellen im Umkreis der Stigmen herumtragen; sie sind gezwungen, zeitweilig an die Wasseroberfläche emporzusteigen, um die Luft zu erneuern. Nur selten wird die Luftatmung durch Wasseratmung ersetzt (diffuse Hautatmung der *Milben*, Tracheenkiemen mancher Insektenlarven).

Was die Extremitäten anlangt, so sind sie nie Spaltfüße, sondern einreihig; auch findet sich nie mehr als eine Antenne. In der inneren Anatomie ist wichtig die Anwesenheit meist acinöser paariger Drüsen am vorderen Ende, die entweder auf den Mundgliedmaßen oder direkt in die Mundhöhle münden. Man nimmt an, daß sie überall anatomisch gleichwertige Organe sind, obwohl sie sehr verschieden functionieren (Speichel-, Gift-, Schleim-, Spinndrüsen). Dagegen sind die „Malpighischen Gefäße“ trotz ähnlicher Lage verschiedenwertig, bei *Insekten* und *Myriapoden*, wo sie in den Anfang des ectodermalen Enddarmes münden, [andere Organe als bei den *Arachnoideen*, wo sie mit dem Ende des Mesenteron verbunden sind.

## II. Klasse.

### Protracheaten, Onychophoren.

Die nur aus der Familie der *Peripatiden* gebildete Gruppe der *Protracheaten* (Fig. 407) zeigt in ihrer Organisation ein merkwürdiges



Fig. 407. *Peripatus capensis*; (aus Balfour nach Moseley).

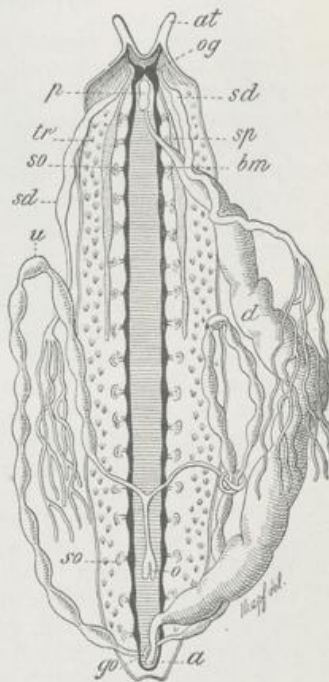
Gemisch von Charakteren der *Arthropoden* und *Anneliden* mit Merkmalen einer niedrigen Organisationsstufe, so daß man sie als Vorläufer



der *Tracheaten* bezeichnen kann, die sich von den *Anneliden* sehr frühzeitig abgezweigt haben. An die *Anneliden* werden wir erinnert durch die Anwesenheit typischer, bei Arthropoden in so charakteristischer Weise sonst nicht vorkommender Segmentalorgane (Fig. 408 *so*), die mit einer geschlossenen Blase (einem Rest des echten Cöloms) beginnen und nach kurzem Verlauf und nach Bildung einer Harnblase an der Basis der Beine münden. Als unzweifelhafte *Tracheaten* erweisen sich die Tiere durch den Besitz von Tracheen (*tr*). Diese sind lange, unverästelte Röhren, welche in großen Mengen von einem Stigma entspringen. In jedem Segment sind zahlreiche solche Büschel vorhanden.

Die Mittelstellung der *Protracheaten* drückt sich ferner in den Extremitäten aus, welche beweglich wie die Beine der *Arthropoden* an dem weichhäutigen, nicht geringelten Körper ansitzen und mit Krallen versehen sind, dabei aber mit den Parapodien der *Anneliden* noch eine gewisse Ähnlichkeit bewahren, indem sie undeutlich gegliedert und noch nicht scharf gegen den Körper abgesetzt sind. Fast sämtliche Rumpfsegmente sind mit Beinen ausgerüstet, der einheitlich erscheinende Kopf mit 3 Gliedmaßen, 1 Paar geringelter Antennen, 1 Paar in der Mundhöhle verborgener Kiefer, deren Endklauen das Kauen besorgen, 1 Paar Mundpapillen, auf deren Spitzen Schleimdrüsen münden; ihr klebriges Secret wird weit herausgespritzt und dient zum Einfangen von Insekten (Fig. 408 *sd*).

Fig. 408. Anatomie eines weiblichen, vom Rücken geöffneten *Peripatus* (kombiniert aus Zeichnungen von Balfour und Moseley). *at* Antennen, *og* Hirn, *bm* Bauchmark, *p* Pharynx, *d* Darm, *sp* Speicheldrüsen, *sd* Schleimdrüsen, *o* Ovar, *u* Uterus, *go* Geschlechtsöffnung, *a* After, *tr* Tracheenbüschel, *so* Segmentalorgane.



Als Beweis für die niedrige Organisation der *Protracheaten* kann der aus glatten Muskelfasern bestehende, nicht segmentierte Hautmuskelschlauch dienen, ferner das Nervensystem, welches sich, wie bei den Plattwürmern, aus einem Paar Hirnganglien (*og*) und davon ausgehenden Längssträngen (*bm*) zusammensetzt. Erstere innervieren die sehr primitiven bläschenförmigen Augen und die Antennen; diese versorgen die übrigen Extremitäten und sind segmentweise schwach angeschwollen, die Bildung des Strickleiternnervensystems vorbereitend; sie hängen hinter dem After untereinander zusammen.

Zur Vervollständigung der Schilderung sei noch hervorgehoben, daß das gerade gestreckte Darmrohr (*p* u. *d*) nur mit Speicheldrüsen (*sp*) versehen ist, daß es in ganzer Länge von einem dorsalen Herz begleitet wird, welches durch zahlreiche Ostien aus der Leibeshöhle das Blut bezieht,



daß dicht vor dem After der gonochoristische Geschlechtsapparat mündet (go). Die Ausführgänge desselben sind umgewandelte Nephridien. Die Tiere sind mit Ausnahme der australischen Gattung *Ooperipatus* lebendig gebärend, leben in faulendem Holze, am Tage versteckt, um nachts ihre Beute zu erjagen. Man kennt mehrere Arten aus weit entfernten Gegenden, die neuerdings auf mehrere Gattungen (*Peripatus*, *Peripatopsis*, *Peripatoides*, *Opisthopatus* etc.) verteilt werden, z. B. aus Südafrika *Peripatus capensis* Gr., aus Neuseeland *P. Novae Zealandiae* Hutt. etc.

### III. Klasse.

#### Myriapoden, Tausendfüßler.

Unter den seit langem schon bekannten Tracheatenklassen stehen die *Myriapoden* den *Protracheaten* am nächsten, da ihre Gliederung fast ebenso gleichförmig ist wie bei diesen. Der Kopf besteht aus 4 (vielleicht sogar 6) verschmolzenen Segmenten, von denen das letzte bei *Diplopoden* keine Extremitäten entwickelt. Alle übrigen Körpersegmente, höchstens mit Ausnahme der letzten, tragen Beine, welche demgemäß in großer Anzahl vorhanden sind und den Namen *Myriapoden* veranlaßt haben. Ein Fortschritt gibt sich immerhin schon äußerlich darin zu erkennen, daß proportional der größeren Dicke der harten, bei *Diplopoden* sogar verkalkten Chitinschicht die Gliederung sowohl des Körpers wie der Extremitäten deutlicher ausgeprägt ist. Die Beine bestehen aus 6—7 Gliedern, von denen das letzte als Klaue dient. Der Fortschritt in der inneren Anatomie ist noch viel auffälliger. Anstatt der beiden longitudinalen Nervenstränge ist ein typisches Strickleiternnervensystem vorhanden, dessen einzelne Ganglienpaare in Zahl und Lage noch den Körpersegmenten entsprechen. Segmentale Anordnung beherrscht auch die Verteilung der Tracheen und den Bau des Herzens. Jedes Rumpfsegment — oder, wie bei den Scolopendren, wenigstens jedes zweite Segment — hat ein Paar Tracheenbüschel; nur die Kopfsegmente haben keine eigenen Stigmen und werden von dem angrenzenden Rumpf aus mit Luftröhren versorgt. Das Herz erstreckt sich durch den größten Teil des Körpers und gleicht im Bau und in der Anwesenheit von Flügelmuskeln dem Insektenherzen, gibt aber zahlreiche Arterien ab. Der Darm, meist ein gerade gestrecktes Rohr, besteht aus Anfangs-, Mittel- und Enddarm, in letzteren münden zwei lange Vasa Malpighi. Die Augen sind stets Stemmata, die in größerer Zahl am Kopf stehen und nur bei *Scutigera* zu einer Art Facettenauge näher zusammentreten. Im Bau der Geschlechtsorgane unterscheiden sich die beiden Ordnungen der Myriapoden, die *Chilopoden* und *Diplopoden*, ebenso in der Gestalt der Segmente, der Länge der Extremitäten und der Art der Ernährung.

#### I. Ordnung. Diplopoden oder Chilognathen.

Durch die große Zahl (oft weit über 100) ihrer Segmente oder Extremitäten rechtfertigen die Diplopoden noch am meisten den Namen der gesamten Klasse (Fig. 409). Jedes Segment besteht aus einer Rücken- und einer Bauchschiene. Gewöhnlich sind die Rückenschiene, deren Seitenteile als Pleuren abgegliedert sein können, hoch gewölbt und so gebogen, daß sie fast allein schon zu einem Ring zusammenschließen und nur wenig Raum für die kleinen, die Beine tragenden Bauchschiene



übrig lassen. Dies hat zur Folge, daß der Körper der Tiere meist dreh-  
rund ist und daß die Ursprünge der Beine und die Mündungen der  
Tracheen ganz auf die Bauchseite  
rücken. In der Seitenlinie des Kör-  
pers vorhandene, auf den Rücken-  
schienen angebrachte Punkte sind  
daher nicht die Stigmen, sondern  
die Mündungen von Verteidigungs-  
drüsen (Foramina repugnatoria).

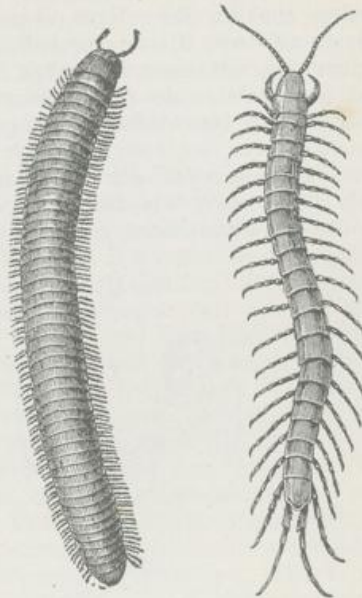
Ein noch auffallenderes Merk-  
mal der Diplopoden ist die Doppel-  
natur ihrer Segmente, welche,  
durch Verschmelzung zweier Seg-  
mentanlagen entstanden, je zwei  
Herzkammern, zwei Paar Tracheen-  
büschel, zwei Paar Bauchganglien  
und vor allem zwei Paar Extre-  
mitäten haben. Nur die 4—5  
ersten Rumpfsegmente machen eine  
Ausnahme, indem sie höchstens  
ein Beinpaar tragen. Die Diplo-  
poden fallen außerdem noch durch  
die abnorme Kürze ihrer Antennen  
und Beine auf, welche letztere nur  
wenig unter dem Bauch hervor-  
ragen.

Da die Tiere von Pflanzenkost  
leben, sind ihre Kiefer (Fig. 411)  
sehr klein; am kräftigsten sind noch  
die mehrgliedrigen Mandibeln (2);  
die ersten Maxillen (3) dagegen sind rudimentär und untereinander zum  
Gnathochilarium verwachsen; zweite Maxillen, von denen man früher  
annahm, sie seien im Gnathochilarium enthalten, fehlen. Die Geschlechts-  
organe sind paarige, in einen gemeinsamen Sack eingeschlossene Keimlager,  
welche weit rückwärts liegen und nach vorn zwei getrennt am zweiten  
Segment mündende Ausführungsgänge entsenden. Dem Männchen dient das  
Beinpaar des 7. Segments zur Begattung. Die aus dem Ei ausschlüpfenden  
Tiere haben zunächst nur 3 Beinpaare wie die Insekten; auf dieses  
Merkmal hat man übertriebenen Wert gelegt, um eine nähere Verwandt-  
schaft mit den Insekten zu beweisen.

1. *Juliden*, mit langgestrecktem, drehrundem Körper. *Julus foetidus* G. L. Koch, bei uns einheimisch. *J. (Spirobolus) maximus* (Fig. 409),  
12 cm lang, in Brasilien. 2. *Glomeriden*, mit gedrungenem Körper, der,  
wie bei den Kugelasseln, ventral eingerollt werden kann. *Glomeris pustu-  
lata* Latr. 3. *Polydesmiden*, *Polyxenus lagurus* L.

Fig. 409.

Fig. 410.

Fig. 409. *Julus maximus*.Fig. 410. *Scolopendra morsitans* (Beide  
Zeichnungen nach Schmarda).

## II. Ordnung. Chilopoden.

Die Chilopoden (Fig. 410) unterscheiden sich von den *Diplopoden*  
durch ihre einfachen, dorsoventral abgeplatteten Segmente und  
die auffallend langen Antennen und Beine. Da letztere ihnen einen  
raschen Lauf ermöglichen, überfallen sie als gefährliche Räuber andere,



selbst an Größe ihnen überlegene Tiere und töten sie durch die Giftigkeit des Bisses. Zum Verwunden benutzen sie nicht die Kiefern (Mandibeln, resp. die zum Gnathochilarium verschmolzenen ersten Maxillen und die beinartigen zweiten Maxillen), sondern die gewaltigen Kieferfüße; dieselben sind an ihrer Basis angeschwollen und tragen eine scharfe Endklaue, an deren Spitze eine Giftdrüse mündet; sie decken den Kopf von unten wie mit einer Maske zu und sind gefährliche Angriffswaffen. — Im Gegensatz zu den *Diplopoden* liegen die Geschlechtsorgane weit vorn, die unpaare Geschlechtsmündung, wie bei den Insekten, vor dem After.

1. Die *Geophiliden* sind kleinere, lichtscheue Tiere, welche in Europa sehr häufig sind, wie der im Dunkeln leuchtende *Geophilus electricus* L.
2. Die *Scolopendriden* gehören vornehmlich den Tropen an; die in Indien

Fig. 411.



Fig. 411. Mundbewaffnung eines *Julus* (nach Latzel). 2 Mandibeln von *J. molybdinus*, 3 Gnathochilarium (verschmolzene Maxillen) von *J. luridus*.

Fig. 412.

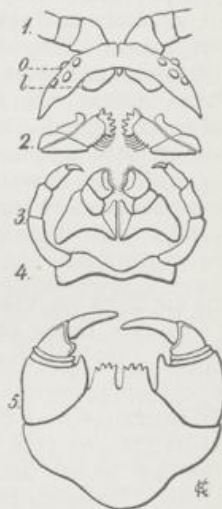


Fig. 412. Kopfgliedmaßen und Kieferfüße von *Scolopendra morsitans*. 1 Antennen, 2 Mandibeln, 3 Maxillen (Gnathochilarium), 4 erste Kieferfüße (zweite Maxille), 5 zweite Kieferfüße, o Ocellen, l Oberlippe.

lebende, 25 cm lange *Scolopendra gigantea* L. wird selbst von den Menschen wegen ihrer Giftigkeit gefürchtet. *Sc. morsitans* Gerv. (Fig. 412) in Brasilien. 3. *Scutigleriden*, mit auffallend langen Beinen, *Sc. coleoptrata* L. — — Außer *Chilopoden* und *Diplopoden* unterscheidet man noch die kleinen unansehnlichen Gruppen der *Symphylen* (*Scolopendrella immaculata* Newp.) und *Paupoden* (*Paupus Huxleyi* Lubb.). Obwohl sie keine Doppelsegmente haben, stehen sie den *Diplopoden* doch durch den Mangel der Raubfüße und die nach vorn gewandte Geschlechtsmündung, welche bei *Symphylen* im 4., bei *Paupoden* im 2. Segment liegt, näher. In der Lage der Geschlechtsmündung drückt sich eine gewisse Ähnlichkeit der *Diplopoden*, *Symphylen* und *Paupoden* mit *Arachnoideen* aus, wobei es jedoch zweifelhaft bleibt, ob man daraus auf eine nähere Verwandtschaft schließen darf. Die Geschlechtsmündung der *Chilopoden* am hinteren Ende weist auf nähere Verwandtschaft mit den Insekten hin.

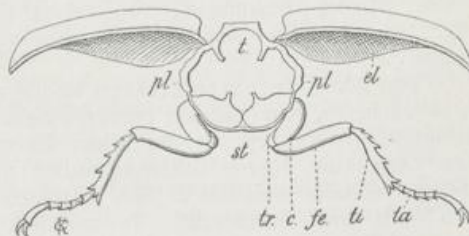


IV. Klasse,  
Insekten. Hexapoden.

Im Stamme der Arthropoden ist die Klasse der Insekten bei weitem die umfangreichste, da sie mindestens zehnmal so viel bekannte Arten enthält, als Crustaceen, Arachnoideen und Myriapoden zusammengekommen. Die Zahl der jetzt schon beschriebenen Formen ist eine so enorme, daß man sie nicht einmal genau angeben kann; man schätzt sie auf ungefähr 250 000. Da die an Insekten besonders reichen Tropen nur unvollkommen durchforscht sind, ist es sehr wohl denkbar, daß die Welt etwa von einer Million oder noch mehr verschiedener Insektenarten bevölkert ist. Mit der Artenzahl steht die Einförmigkeit der Organisation in auffallendem Kontrast. Mit großer Zähigkeit behalten die Insekten die Grundzüge ihres Baues, die Art der Körpergliederung und die Zahl der Extremitäten unter den verschiedensten Lebensbedingungen bei, so daß der Unterschied zwischen den extremsten Formen bei den Insekten lange nicht so bedeutend ist wie bei *Arachnoideen* und *Crustaceen*. Wenn dadurch das vergleichend-anatomische Interesse der Gruppe in mancher Hinsicht leidet, so verdienen die Insekten auf der anderen Seite besondere Beachtung durch ihre Lebensverhältnisse, durch die Art, wie sie nützlich und schädlich in die Existenzbedingungen des Menschen eingreifen, durch ihre Brutpflege und die mit ihr zusammenhängende auffallende Entwicklung ihrer psychischen Functionen und die Staatenbildung. Für die Descendenztheorie sind die Insekten durch ihre ganz vorzügliche Anpassung an ihre Umgebung von Wichtigkeit geworden. Die große Artenzahl ist nur möglich, wenn jedes Plätzchen im Naturhaushalt ausgenutzt wird, was wiederum voraussetzt, daß das Insekt den Bedingungen desselben in möglichst vollkommener Weise entspricht.

Bei der systematischen Charakteristik ist besonders zu beachten: 1. die Gliederung des Körpers, 2. die Zahl und Verwendung der Extremitäten. — Am Körper unterscheidet man drei Regionen, die nicht selten durch besonders tiefe Einschnürungen voneinander getrennt werden: Kopf (Caput), Brust (Thorax) und Hinterleib (Abdomen). Die Segmente des Hinter-

leibs sind variabel an Zahl, je nach den Ordnungen oder sogar den Familien, und schwanken zwischen 11 (bei Embryonen und Larven mancher Arten sogar 12) bei manchen *Orthopteren* und fünf bei manchen *Fliegen*; sie bestehen aus Rücken- und Bauchschienen, Tergiten und Sterniten, die zum Zweck der Atmung längs der Seitenlinie in einer weichen, das Tracheenstigma umschließenden Verbindungshaut gegeneinander verschiebbar sind. Die Brust und der Kopf dagegen verhalten sich bei allen Insekten (vergl. Körpergliederung der *Hymenopteren*) in ihrer Segmentzahl gleich. — Die Brust ist deutlich in drei Ringe gegliedert:



Körper-  
gliederung.

Fig. 413. Mesothorax eines Hirschköchers, mit Elytren und Beinen. *t* Notum, *pl* Pleuren, *st* Sternum, *el* Elytren, *c* Coxa, *Tr* Trochanter, *fe* Femur, *ti* Tibia, *ta* Tarsus.



Pro-, Meso- und Metathorax, von denen ein jeder (Fig. 413) aus dreierlei unbeweglich verbundenen Hauptteilen besteht, den paarigen Seitenteilen (Pleurae *pl*), dem unpaaren Rückenteil (Notum *t*) und dem unpaaren Brustteil (Sternum *st*). Zur Abkürzung der Beschreibung hat man die Bezeichnungen Pronotum, Mesonotum, Metanotum etc. eingeführt. — Der Kopf endlich ist eine einheitliche Chitinkapsel, an der man folgende Regionen unterscheidet: nach vorn und dorsal Frons (Stirne) und Clypeus (Kopfschild), nach hinten und dorsal Vertex (Scheitel) und Occiput (Hinterhaupt), lateral die Genae (Wangen), ventral die Gula (Kehle); nach der Zahl seiner Extremitäten sind im Kopf mindestens 4, auch im Embryo deutlich abgegrenzte Segmente enthalten.

Die Ansicht, daß sogar 6 Kopfsegmente vorhanden sind, gründet sich auf den entwicklungsgeschichtlichen Nachweis von zwei weiteren Segmentanlagen, einer präantennalen und einer postantennalen (intercalaren, prämandibularen) sowie auf die Erkenntnis, daß das Hirnganglion, in dem man früher nur ein dem Antennensegment angehöriges Ganglion erblickte, aus 3 aufeinanderfolgenden Ganglien besteht (Proto-, Deuto-, Tritocerebrum).

Extremitäten.

Die Extremitäten sind auf Kopf und Brust beschränkt und im ganzen zu 7 Paaren vorhanden. Die 3 Thoraxsegmente tragen 3 Beinpaare, weshalb die Insekten vielfach auch „Hexapoden“ genannt werden. Die Beine (Fig. 413) sind am Übergang des Sternums in die Pleurae befestigt und beginnen mit dem häufig kurzen, in eine Art Pfanne eingelenkten Hüftglied (Coxa *c*). Auf letzteres folgt ein zweites, ebenfalls gewöhnlich kurzes Glied, der Schenkelring (Trochanter *tr*). Die nun kommenden 2 Stücke sind stets langgestreckt; das nächste, das dritte der Reihe, ist stark verdickt, enthält hauptsächlich die Muskulatur und heißt Femur (*fe*); das vierte ist die schlanke, aber sehr feste Tibia (*ti*). Als fünften Abschnitt faßt man unter dem Namen Tarsus (*ta*) eine Reihe kleiner Glieder zusammen, von denen das letzte die beiden Klauen trägt; je nach ihrer Zahl spricht man von einem 3-, 4-, 5gliedrigen Tarsus.

Von den Kopfe Extremitäten ist die erste, die Antenne, den Beinen am ähnlichsten, nur daß sie normalerweise keine Klauen trägt; sie entspringt von der Stirn vor der Mundöffnung und wird gemäß ihrer dorsalen Lage vom oberen Schlundganglion innerviert. Die Zahl und Gestalt der Glieder wechselt in den einzelnen Ordnungen der Insekten, oft auch nach dem Geschlecht. Je nachdem einzelne Glieder verlängert oder verkürzt, verdünnt oder verdickt oder mit Anhängen versehen sind, je nachdem derartige Besonderheiten der Form an der Basis oder an der Spitze sich bemerkbar machen, unterscheidet man verschiedene Gestalten der Antennen, die systematisch sehr gut verwertet werden können (gebrochene, geknöpfte, gekulte, gezähnte, gekämmte Antennen etc.).

Mundgliedmaßen.

Viel interessanter ist die Morphologie der 3 Paar Mundgliedmaßen (Fig. 414—417), der Mandibeln (*md*), der ersten Maxillen (*mx*), die auch kurzweg Maxillen heißen, und der zweiten Maxillen, welche man gewöhnlich Unterlippe, Labium (*la*), nennt, da sie von links und rechts zu einem unpaaren Organ verwachsen sind. Das Labium liegt hinter der Mundöffnung und bildet einen Abschluß nach rückwärts; es steht dabei dem ebenfalls unpaaren, ab und zu zweigeteilten Labrum (*lr*) gegenüber, welches von oben sich über die Mundöffnung legt und wegen dieser Analogie mit der Unterlippe früher fälschlich ebenfalls für



ein Extremitätenpaar gehalten wurde. Labrum und Labium können auf ihrer oralen Seite mit unpaaren Anhängen versehen sein, dem Epipharynx und Hypopharynx, ersterer der Decke, letzterer dem Grund der Mundhöhle angehörig. Wie für das Labrum und seinen Anhang, den Epipharynx, so ist auch für den Hypopharynx nachgewiesen, daß er als eine unpaare Bildung entsteht und nicht als ein verschmolzenes weiteres Extremitätenpaar gedeutet werden kann.

Die verschiedene Art der Ernährung bedingt einen verschiedenen Charakter der Mundbewaffnung; man unterscheidet kauende, leckende, saugende und stechende Mundgliedmaßen, die sich aber auf eine gemeinsame Grundform, die kauenden Mundgliedmaßen, zurückführen lassen, welche ihrerseits modifizierte Beine sind. Bei der Betrachtung der kauenden Mundteile (Fig. 414) stellt man am zweckmäßigsten die Maxillen voran, weil sie Anknüpfungspunkte sowohl an die Brustextremitäten als auch an die übrigen Kiefer bieten. Dieselben beginnen mit dem kurzen, meist dreieckigen Angelglied, Cardo (*c*), auf welches das ansehnliche Haftglied, Stipes (*st*), folgt. Der Stipes trägt die Kauladen, Lobus internus (*li*) und L. externus (*le*) genannt, welche abgegliederte Fortsätze des Stipes sind. Bei den *Orthopteren* und *Käfern* ist nur die innere Lade (Lacinia) in spitze Kauzähne verlängert; die äußere Lade dient entweder als Galea zur Umhüllung der Lacinia oder kann bei manchen *Käfern* zum Tasten verwandt werden und sich gliedern (Fig. 440). Am Stipes sitzt ferner der aus 3—5 gleichförmigen Gliedern bestehende Palpus maxillaris (*pm*), der am meisten beinähnlich gebliebene Teil der Extremität. Die Unterlippe legt sich nach Art der Maxillen als ein Paar Höcker an, die jedoch frühzeitig in der Mittellinie zusammenrücken und hinter der Mundöffnung verwachsen. Man kann daher alle Teile der Maxille erkennen, nur muß man berücksichtigen, daß die Basalstücke von links und rechts miteinander verschmolzen sind. Die verschmolzenen Angelglieder bilden die unpaare Platte des Unterkinns, Submentum (*sm*), die verschmolzenen Haftglieder erzeugen das Kinn, Mentum (*m*), welches an seinem Ende noch geteilt sein kann, wenn die Verschmelzung (wie z. B. bei den *Orthopteren*) nicht in ganzer Länge durchgeführt ist. Am Mentum sitzen die linken und rechten Innenladen und Außenladen, die Innenladen Glossae (*gl*), die Außenladen Paraglossae (*pg*) genannt, und als Repräsentanten des peripheren Extremitätenstammes die Palpi labiales (*pl*). Für die Mandibeln (*md*) der Insekten ist charakteristisch, daß nur das Basalglied zu einer kräftigen Beißzange wird, daß dagegen der periphere Abschnitt fehlt.

Den kauenden Mundgliedmaßen stehen am nächsten, mit ihnen durch vielerlei Übergänge verbunden, die leckenden Mundgliedmaßen der *Bienen* und *Hummeln* (Fig. 415). Oberlippe (*lr*) und Mandibeln (*md*) bleiben von den Umformungen ganz ausgeschlossen, dagegen strecken sich Maxillen und Unterlippe sehr in die Länge und verbinden sich an der Basis zu einem federnden Apparat, der nach Bedürfnis unter den Kopf eingeschlagen und kompendiös verpackt oder in die Länge gestreckt werden kann. Die Unterlippe beginnt mit einem kleinen, herzförmigen Submentum (*sm*) und einem langgestreckten Mentum (*m*); daran reiht sich der functionell wichtigste Teil, die unpaare Zunge, Glossa (*gl*), die den verschmolzenen Glossen der kauenden Insekten entspricht, zum Saugen von Honig dient und zu diesem Zweck die Gestalt einer fast zur Röhre geschlossenen Halbrinne angenommen hat; neben ihr liegen noch Rudimente von Para-



glossen (*pg*) und gut entwickelte Palpi labiales (*pl*). In entsprechender Weise sind bei den Maxillen die Cardines (*c*) klein, die Stipites (*st*) und Laden (*l*) langgestreckt, während die Taster (*pm*) rudimentär sind.

An die Mundgliedmaßen der Bienen lassen sich weiter anreihen die stechenden Mundgliedmaßen der *Dipteren* (Fig. 417) und *Rhynchoten*, Fliegen und Wanzen, insofern auch hier die Unterlippe die Grundlage des Ganzen abgibt. Der Rüssel (*la*) dieser Tiere (Rostrum, Proboscis oder Haustellum) entspricht der Unterlippe; sie ist eine Rinne mit fleischigen, biegsamen oder mit festen und dann gegliederten Wandungen; die Rinnen-

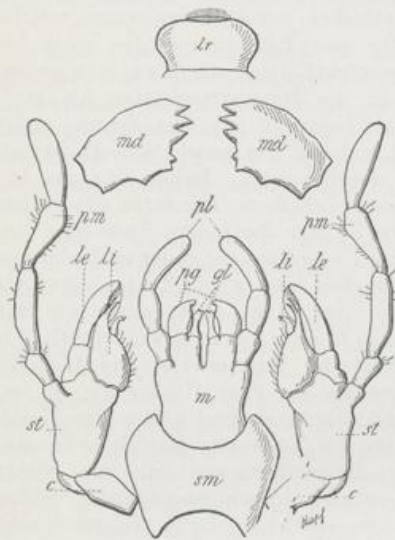


Fig. 414. Kauende Mundgliedmaßen der Schabe (*Periplaneta orientalis*).

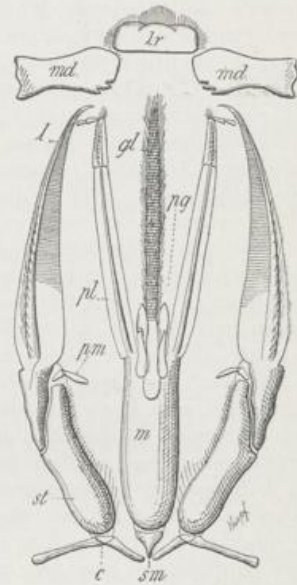


Fig. 415. Leckende Mundgliedmaßen der Hummel (*Bombus terrestris*).

Für die Figuren 414—417 gelten folgende Bezeichnungen: *lr* Oberlippe, *md* Mandibeln, *c* Cardo, *st* Stipes, *le* und *li* Lobus externus und internus, *pm* (*p*) Palpus der Maxille (*mx*); *sm* Submentum, *m* Mentum, *gl* Glossen, *pg* Paraglossen, *pl* Palpus labialis der Unterlippe, (*la*), *hy* Hypopharynx.

ränder sind zusammengebogen und einander genähert bis auf einen schmalen dorsalen Spalt, dessen Verschluss durch Einfügung der Oberlippe (*lr*) bewirkt wird. Im Innern des durch Ober- und Unterlippe gebildeten Rohres liegen 4 Stilets, welche an der Spitze gezähnt oder mit Widerhaken bewaffnet sind. Dieselben sind aus den Mandibeln und Maxillen hervorgegangen, zu denen noch der langgezogene Hypopharynx (*hy*) als fünftes Stilet kommen kann. Die nur bei den *Dipteren* vorhandenen Palpen (*p*) gehören zu den Maxillen; bei den Dipteren tritt nicht selten eine Verminderung der Zahl der Stilets auf 4 und 3 oder gänzlicher Mangel ein. Der Rüssel dient in allen Fällen nur als Etui für das eigentliche Saugrohr; letzteres wird bei den *Wanzen* durch Zusammenschluß der Maxillen, bei den *Dipteren* durch Aneinanderlagerung des Hypopharynx und des Labrums oder des dem Labrum angehörigen Epipharynx gebildet.



Vom Rüssel der Fliegen und Wanzen ist sehr wohl der ausschließlich aus den Maxillen hervorgegangene Rüssel der *Schmetterlinge* (Fig. 416) zu unterscheiden. Derselbe ist eine lange Röhre, welche wie eine Uhrfeder spiralgewunden unter dem Kopf getragen wird, und besteht aus 2 Halbrinnen mit aufeinandergefügt Rändern, den linken und rechten Außenladungen der Maxillen. Die Maxillartaster sind nur bei *Motten* gut entwickelt, zeigen im übrigen alle Stufen der Rückbildung bis zu völligem Schwund. Oberlippe (*lr*) und Unterlippe (*la*) sind auf kleine dreieckige Stücke an der Rüsselbasis reduziert. Letzterer gehören außerdem die buschigen Palpen links und rechts vom Rüssel an. Die Mandibeln sind nur noch durch kleine Höcker oder Haarbüschel vertreten. Alle diese Einrichtungen gewinnen noch weiter an Interesse, wenn wir berücksichtigen,

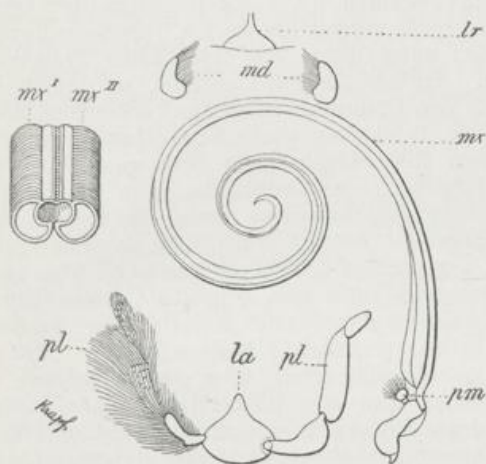


Fig. 416. Mundgliedmaßen eines Schmetterlings (nach Savigny). Anstatt der rechten Maxille ein Stück des Rüssels dargestellt, um zu zeigen, wie die linke (*mx<sup>I</sup>*) und rechte Maxille (*mx<sup>II</sup>*) sich zu einem Rohr vereinen; am rechten Palpus ist die Behaarung weggelassen.

Fig. 417. Mundgliedmaßen einer Mücke *Culex pipiens*; die Rinne der Unterlippe durch Zurückklappen der Oberlippe geöffnet, und die Stechborsten herausgenommen (nach Muhr).

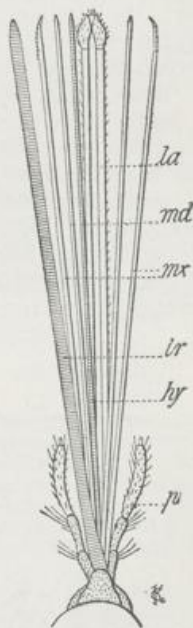


Fig. 417.

daß bei den Raupen umgekehrt die Mandibeln kräftige Beißzangen sind, die Maxillen kleine Höcker darstellen und die Unterlippe nur in den mit den Spinnrüsen verbundenen Teilen besser ausgebildet ist: ein schöner Beweis, wie die Lebensweise des Tieres den Bau der Organe bestimmt.

Im Gegensatz zu den beiden vorderen Körperabschnitten ist das Abdomen eines ausgebildeten Insekts extremitätenlos. Nur bei manchen niederen Formen, den *Thysanuren*, sind hinter den Brustbeinen und in gleicher Linie mit ihnen kleine Höcker vorhanden, die wohl als Reste von Abdominalfüßen angesehen werden dürfen. Wahrscheinlich sind auch die Anhänge der letzten Abdominalsegmente, welche als Springstangen, Schwanzborsten und Griffel (Cerci und Styli) beschrieben werden, als modifizierte Extremitäten zu betrachten, dagegen nicht die Stücke, aus denen sich die Legeröhre und der Begattungsapparat zusammensetzen

Abdominale  
Gliedmaßen.



(Gonapophysen). Afterfüße oder *Pedes spurii* kommen bei den Raupen der *Schmetterlinge* und *Blattwespen* vor; da sie aber fleischige, ungegliederte Anhänge sind, muß es auch hier zweifelhaft sein, ob sie mit den typischen Bauchgliedmaßen der übrigen Arthropoden verglichen werden dürfen oder nicht vielmehr selbständig erworbene Gebilde sind.

Flügel.

Außer ventralen Extremitäten besitzen die Insekten noch 2 Paar dorsale Anhänge am Mesothorax und Metathorax, die Flügel; sie entstehen als seitliche Falten des Chitinüberzuges des Notum und enthalten in ihrem Innern Ausstülpungen der Leibeshöhle und Tracheenverästelungen, welche durch Verdickungen im Chitin geschützt werden, wodurch die netzförmige Zeichnung des Flügelgeädters hervorgerufen wird. Beide Flügel können elastisch, nachgiebig und zum Flug geeignet sein; oder die Hinterflügel allein bewahren diese Eigenschaften der echten „Alae“, die Vorderflügel dagegen werden zu harten, pergamentartigen Deckflügeln oder *Elytren*, unter denen die eigentlichen Flugorgane geborgen werden (Fig. 413). Ist nur die Basis erhärtet, so spricht man von *Hemicytren*. Zwischen den Ursprungsstellen der Vorderflügel findet sich häufig ein Chitinblatt, das Schildchen oder „Scutellum“; ein ähnliches Blättchen zwischen den Hinterflügeln heißt „Postscutellum“. Bei vielen Insekten fehlt ein Flügelpaar, gewöhnlich ist dann das vordere (*Dipteren*) (Fig. 451, 452), nur ausnahmsweise einmal das hintere Paar (*Strepsipteren*) (Fig. 441) dasjenige, welches erhalten bleibt. Ein solcher partieller Mangel läßt sich nur durch Rückbildung erklären. Der gänzliche Mangel der Flügel dagegen kann eine doppelte Ursache haben: einerseits gibt es Insekten, welche wahrscheinlich niemals Flügel besessen

haben (primärer Flügelmangel der *Apterygoten*); andererseits aber gibt es Formen, bei denen man eine Rückbildung früher vorhandener Flügel annehmen muß (sekundärer Flügelmangel), weil entweder nahe verwandte Arten (*Wanzen*, *Läuse*, *Blattläuse*) Flügel besitzen oder weil ein Teil der Individuen (Männchen der *Schaben*, mancher *Schmetterlinge* etc., Geschlechtstiere der *Ameisen* und *Termiten*) noch geflügelt ist (Fig. 430, 448, 449). Der Prothorax recenter Insekten ist stets flügellos, doch soll er bei manchen *Archipteren* der Steinkohlenperiode Flügelrudimente getragen haben.

Infolge der verschiedenen Ernährungsweise zeigt der Darm (Fig. 418, 419) einen außerordentlich verschiedenen Bau. Der ectodermale Vorderdarm beginnt mit einem Pharynx,

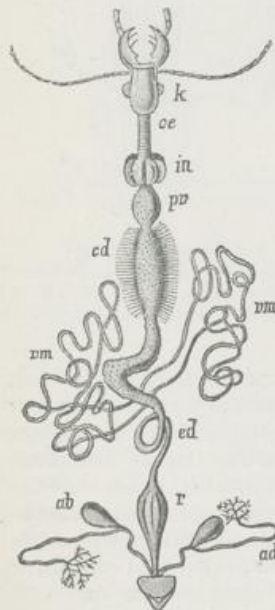


Fig. 418. Darm von *Carabus auratus* (aus Lang nach Dufour). k Kopf mit Mandibeln, Antennen und Augen, oe Ösophagus, in Ingluvies (Kropf), pv Proventriculus (Kaumagen), cd Chylusdarm mit Blindsäcken, ed Enddarm, r Rectum, vm Vasa Malpighii, ad Analdrüsen, ab Sekretblasen.

der bei saugenden Insekten eine mit radialen Muskeln besetzte Saugpumpe ist. Der nun folgende Ösophagus (oe) kann zu einem Kropf (kr) (Ingluvies in) erweitert sein, oder er besitzt eine blindsackartige Aus-



stülpung, die sich bei Schmetterlingen zu einer gestielten Blase (fälschlich „Saugmagen“) gestaltet. Ebenfalls ectodermal ist der Kaumagen (*km*) (Proventriculus *pv*), dessen mit reichlichen Zähnen besetzte Chitinauskleidung den Namen veranlaßt hat. Der entodermale Mitteldarm (Magen *m*, Chylusdarm *cd*) ist häufig mit Blindsäcken besetzt, im übrigen auffallend kurz und gegen den Anfang des ectodermalen Enddarms gewöhnlich nur durch die Einmündung der Vasa Malpighii (*vm*) abgegrenzt. Letztere, ihrer Function nach Excretionsorgane, gehören schon dem Enddarm an, der gewöhnlich in einen Dünndarm (*cd*) und einen zweiteiligen Dickdarm (*r*) (Colon + Rectum) differenziert ist. Als Rectaldrüsen werden Ausweitungen des Dickdarms bezeichnet. Echte Drüsen münden nur am Anfang und Ende des Darms, in die Mundhöhle 1—4 Paar Speicheldrüsen (*sp*), am After die zur Verteidigung dienenden, übelriechende Secrete liefernden Analdrüsen (*ad*). Umhüllt wird der Darm, wie die übrigen Eingeweide, vom Fettkörper, einer weißlichen von Tracheen durchsetzten, bindegewebigen Füllmasse, deren Zellen von sehr verschiedener Beschaffenheit sind, weil sie mindestens drei verschiedenen

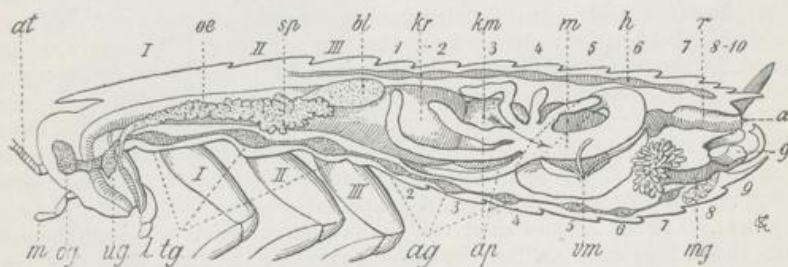


Fig. 419. Eingeweide einer männlichen Küchenschabe (*Periplaneta orientalis*) durch seitliche Öffnung der Leibeshöhle präpariert (unter Zugrundelegung einer Zeichnung von Huxley). I—III Thoraxsegmente, 1—10 Abdominalsegmente, *at* Antenne, *m* Palpus maxillaris, *l* P. labialis, I—III Beine, *og* oberes, *ug* unteres Schlundganglion, *tg* Brustganglien, *ag* Bauchganglien, *oe* Ösophagus, *sp* Speicheldrüse mit Speichelblase (*bl*), *kr* Kropf, *km* Kaumagen, *m* Magen (der Pfeil deutet die Verbindung von *km* und *m* an), *ap* Magenblindschläuche, *h* Herz, *r* Rectum, *a* After, *g* Geschlechtsöffnung, *vm* Vasa Malpighii, *mg* männliche Geschlechtsorgane.

Functionen dienen: die meisten sind Fettzellen und speichern Nährmaterialien auf; andere dienen der Excretion; dritte, wie die excretorischen Zellen in der Nähe des Herzens angehäuft, functionieren als lymphoide Organe, welche in das Blut gelangende Fremdkörper, z. B. eingespritzte Tusche, aufnehmen. Aus dem Fettkörper gehen die Leuchtorgane der Leuchtkäfer (*Lampyriden*, *Pyrophorus*) hervor, Fettkörperlappen, welche aus zwei Schichten bestehen, einer leuchtenden, von Tracheenverästelungen reich durchsetzten Lage großer homogener Zellen und einer an Harnsäure reichen Schicht.

Was das Nervensystem (Fig. 362) anlangt, so ist das Bauchmark, namentlich bei primitiven Formen (Fig. 419) (wie den *Apterygoten*, *Archipteren*, *Orthopteren*), sowie bei fast allen Larven (Fig. 58) langgestreckt und aus zahlreichen, einzelnen Ganglienpaaren zusammengesetzt; bei *Käfern*, *Schmetterlingen*, *Bienen* und *Fliegen* dagegen verkürzt sich der Strang und verschmelzen die Ganglien teilweise untereinander. Das Hirn entsteht ontogenetisch durch Verschmelzung von drei Ganglienpaaren (Proto-, Deuto-, Tritocerebrum) und besitzt, namentlich bei den

Nervensystem.  
Sinnesorgane.



Staaten bildenden Formen, einen sehr komplizierten Bau. Es ist jederseits mit einem großen Ganglion opticum verbunden, dessen Umfang wiederum in Correlation zur Größe der Augen steht. Die Insekten sind die einzigen Tracheaten, welche in der Regel als geschlechtsreife Tiere ein Paar Facettenaugen tragen, die nicht selten gewaltig entwickelt, ab und zu auch jederseits in zwei Augen zerlegt sind und den größten Teil der Oberfläche des Kopfes für sich beanspruchen. Im Zwischenraum zwischen diesen Seitenaugen finden sich häufig, und dann gewöhnlich in Dreizahl, namentlich bei gut fliegenden Insekten, kleine Ocellen von einfachem Bau, die Stirn- oder Medianaugen. Von den ausgebildeten Tieren können sich die Larven (z. B. bei *Käfern* und *Schmetterlingen*) dadurch unterscheiden, daß die Medianaugen fehlen, die Seitenaugen dagegen von Ocellen vertreten werden. Von anderweitigen Sinnesorganen kennt man mit Sicherheit nur noch die *Tasthaare* der Haut; man deutet ferner mit sehr großer Wahrscheinlichkeit gewisse Nervenendigungen an den Fühlern und Palpen als *Geruchsorgane* und solche in der Mundhöhle (am Epipharynx und den Mundgliedmaßen) als *Geschmacksorgane*, da unzweifelhaft viele Insekten einen ausgezeichneten Geruchs- und Geschmackssinn haben. Auf Gehörorgane kann man zurzeit mit größerer Wahrscheinlichkeit nur die *tympanalen Organe* der *Heuschrecken* beziehen, dünne trommelfellartige Partien im Chitin, welche in einen festen Chitinring eingespannt sind und eine Tracheenblase auf der Innenseite besitzen; an die Tracheenblase tritt ein Nerv heran, um hier an einer Crista acustica zu enden. Ähnliche Nervenendigungen, wie sie die Crista acustica bilden, findet man auch außerhalb der tympanalen Organe und bringt sie mit Hörempfindung in Zusammenhang (chordotonale Sinnesorgane). Auf die Anwesenheit von Gehörorganen weist die bei Insekten weit verbreitete und vielfach hoch entwickelte Fähigkeit, Töne und Geräusche zu erzeugen. Die hier in Betracht kommenden Einrichtungen sind sehr mannigfacher Natur. Reibegeräusche werden erzeugt durch Anstreichen der Flügel und Beine entweder gegeneinander oder gegen Reibleisten des Körpers; zum Summen und Brummen dienen die Schwingungen der Flügel und die durch die Tracheenstigmen aus- und einströmende Atemluft. Die Stigmen sind zu diesem Zweck mit schwingenden Membranen ausgestattet, auch sind sie zum Abhalten von Schädlichkeiten mit komplizierten Verschlußvorrichtungen ausgestattet.

Tracheen.

Die von den Stigmen ausgehenden Tracheen (Fig. 421, 406) sind gewöhnlich durch Längsstämme verbunden, von denen feinere Verästelungen ihren Ursprung nehmen, um alle Organe zu umspinnen und mittelst zarter, silberglänzender Fäden untereinander zu verbinden. Diese Verbindung der Tracheen mittelst Haupttröhren ermöglicht es, daß die Stigmen in vielen Körpersegmenten (bei *Dipteren* bis auf 1 Paar) rückgebildet werden. Am konstantesten finden sich die Stigmen am Abdomen in der Übergangshaut der Sterniten und Tergiten; am Thorax sind in der Regel 2 Paar, am Kopf gar keine Stigmen vorhanden. Bei gut fliegenden Insekten sind manche Tracheenstämme zu großen Luftreservoirs, den Tracheenblasen, ausgedehnt, welche durch die in ihnen enthaltene Reserveluft den Tieren während des Fluges die anstrengenden Atembewegungen ersparen.

Eine interessante Anpassung des Tracheensystems an den Wasseraufenthalt findet sich bei den Larven vieler *Archipteren* (*Libellen* und *Eintagsfliegen*, Fig. 420) und *Neuropteren*, selbst einiger *Lepidopteren*



(*Paraponyx*) und *Coleopteren* (*Gyriniden*), sie erhalten sich nicht selten auch bei den Imagines. Die Stigmen sind hier meist geschlossen: die Sauerstoffaufnahme erfolgt durch die Haut oder durch die sogenannten Tracheenkiemen, büschelförmige oder blattartige, von Tracheenverästelungen reichlich durchsetzte Anhänge der Körperoberfläche oder des Enddarms. Im Tracheensystem ist in solchen Fällen eine Sonderung eingetreten in einen durch Diffusion aus dem Wasser Sauerstoff aufnehmenden und ebendahin Kohlensäure abgebenden Abschnitt (Tracheengeäßer der Haut und der Kiemen) und einen an die Gewebe und Organe herantretenden Abschnitt, welcher umgekehrt Kohlensäure gegen Sauerstoff eintauscht.

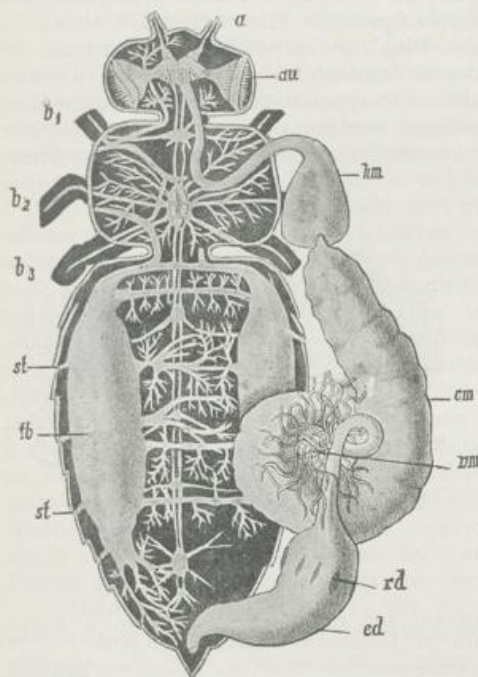


Fig. 421. Anatomie der Honigbiene (aus Lang nach Leuckart); au Facettenaugen, a Antennen, b<sub>1</sub>–b<sub>3</sub> Beine, tb Tracheenblase mit ihren Hauptverästelungen, st Stigma, hm Honigmagen, cm Chylusmagen, vm Vasa Malpighii, rd Rectaldrüsen, ed Enddarm; außerdem ist in der Zeichnung das Nervensystem zu sehen.

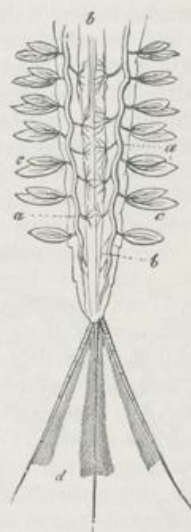


Fig. 420. Hinterleib der Larve von *Cloëon dipteron* mit Tracheenkiemen (c), a Tracheenlängsstämme, b Darm, d Schwanzborsten oder Cerci (aus Gegenbaur).

Da die Tracheen mit ihren feinen Verzweigungen die Gewebe direkt mit Sauerstoff versorgen, ist das Blutgefäßsystem rudimentär. Dicht unter den Rückenschienen liegt das langgestreckte, schlauchförmige Herz in einem besonderen Raum, den man Pericardialsinus nennt. Derselbe ist ein Teil der Leibeshöhle, welcher von dem übrigen, perigastrischen Abschnitt der Leibeshöhle durch eine quere, unvollkommene Scheidewand getrennt wird, in welcher die linken und rechten Flügelmuskeln verlaufen. Das Herz empfängt sein Blut durch seitliche Ostien (8 Paar, oft auch weniger, bis zu 1 Paar) aus dem Pericardialsinus, selten direkt aus der großen Leibeshöhle durch ventrale Öffnungen (manche *Orthopteren*). Indem Segelventile von den Rändern der Ostien in das Herzlumen vorspringen und bei der von hinten nach vorn fortschreitenden Systole nicht



nur die Ostien verschließen, sondern auch einen Abschluß gegen den rückwärts gelegenen Teil des Herzens bewirken, entsteht das Bild einer Kammerung des Herzens. Durch eine vordere Aorta gelangt das Blut in die Leibeshöhle und von dieser kehrt es in den Pericardialsinus zurück, letzteres vermöge der Flügelmuskeln, welche durch ihre Contraction einen Druck auf die Eingeweide ausüben und zugleich den Pericardialsinus erweitern. Eine gewisse Regelmäßigkeit der Circulation wird durch die Anordnung der Eingeweide, des Fettkörpers und der Muskeln bedingt, besonders in den Extremitäten. Accessorische pulsierende Ampullen können an der Antennenbasis (*Orthopteren*) der Blutbewegung nachhelfen. Merkwürdig ist, was von vielen behauptet, von anderen aber bestritten wird, daß manche Käfer, z. B. *Meloideen* („spanische Fliegen“) und *Coccinellen* durch die Gelenkhäute der Beine Blut zur Verteidigung ausspritzen.

Geschlechts-  
organe.

Die Insekten sind getrennt geschlechtlich; ihre Geschlechtsdrüsen (Fig. 422, 423) zeigen bei manchen *Apterygoten* Andeutungen segmentaler Anordnung; sie werden aus einigen wenigen oder zahlreichen Ei- resp. Samenröhren gebildet; letztere können zu ovalen Körperchen zusammen-

Fig. 422.

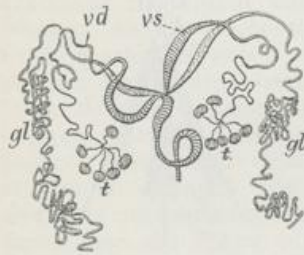


Fig. 423.



Fig. 422. Männlicher Geschlechtsapparat von *Melolontha vulgaris*. *t* Hoden, *vd* Vas deferens, *vs* Vesicula seminalis, *gl* Anhangsdrüsen (aus Gegenbaur).

Fig. 423. Weiblicher Geschlechtsapparat von *Hydrobius fuscipes*. *o* Eiröhren, *ov* Oviduct mit Drüsenanhängen, *gl* schlauchförmige Drüsen, *rs* Receptaculum seminis mit Anhangsdrüsen, *v* Vagina, *bc* Bursa copulatrix (aus Gegenbaur nach Stein).

geknäuelte sein. Ovarien und Hoden sind paarig, links und rechts im Abdomen gelagert. Ihre ebenfalls paarigen Ausführwege (Vasa deferentia, Oviducte) münden bei *Ephemeriden* und jungen *Apterygoten* getrennt. Bei den meisten Insekten findet sich dagegen eine unpaare, dicht vor dem After gelegene Geschlechtsöffnung, was so zu erklären ist, daß sich mit den primitiven paarigen mesodermalen Ausführgängen eine unpaare ectodermale und daher von Chitin ausgekleidete Einstülpung verbunden hat, der Ductus ejaculatorius des Männchens, die Vagina des Weibchens. Abgesehen von mancherlei accessorischen Drüsen, sind als weitere Differenzierungen des Geschlechtsapparats hervorzuheben: beim Männchen die Vesiculae seminales, Ausweitungen oder Aussackungen der Samenleiter, beim Weibchen das Receptaculum seminis und die Bursa copulatrix. Letztere dient bei der Begattung zur Aufnahme des Penis; sie kann mit der Scheide identisch sein oder sie ist ein Blindsack der



Scheide oder eine besondere Einstülpung der Haut, die durch einen inneren Kanal in die Scheide mündet. Am wichtigsten für die Biologie der Insekten ist das Receptaculum seminis, ein gestielter, bläschenförmiger Anhang der Scheide oder auch der Bursa, in welchem das Sperma lange Zeit lebend aufbewahrt wird, besonders lang bei Insekten, die nur einmal in ihrem Leben begattet werden, bei der *Biene* z. B. 4 Jahre. Bei der Ablage werden die Eier von hier aus mit Samenfäden versehen. Da sie nun schon im Ovar mit einem festschaligen Chorion umgeben worden sind, muß das Eindringen der Spermatozoen durch einen Micropylapparat ermöglicht werden, feine, das Chorion an einem Ende durchbohrende Kanälchen von komplizierter Structur.

Die Eiablage erfolgt bei sehr vielen Insekten (*Thysanuren*, *Orthopteren*, *Libellen*, *Hemipteren*, *Hymenopteren* etc.) mittelst der Lege-  
röhre (Ovipositor oder Terebra), eines am hinteren Ende frei hervortretenden oder in das Abdomen zurückziehbaren Organs (Fig. 433), welches mindestens aus 4, bei *Orthopteren* sogar aus 6 Stücken („Gonapophysen“) besteht. Je 2 säbelförmige Anhänge des 8. und 9. Abdominalsegments legen sich zu einer Scheide zusammen, in welcher die 2 übrigen ebenfalls dem 9. Segment angehörigen Stücke auf- und abgleiten können. Bei *Hymenopteren* (Fig. 443) sind diese letzteren zu einer Rinne verwachsen, in welcher die beiden Stücke des 8. Segments als Stechborsten oder Sägen auf- und abgleiten, während die Stücke 5 und 6, die „Stachelscheiden“, etwas abseits liegen. Bei vielen *Hymenopteren* (Bienen, Wespen) wird der Apparat seiner ursprünglichen Bedeutung entfremdet und zu einer mit einer Giftdrüse ausgestatteten Angriffswaffe umgestaltet, dem Aculeus oder Stachel, der seiner Entstehung nach auf weibliche Tiere beschränkt sein muß. — Beim Männchen findet sich meistens ein aus dem Abdomen vorstülper langer Penis, dessen Chitinstücke in manchen Fällen auf die gleichen Elemente wie der Legebohrer, in anderen Fällen auf umgewandelte Segmente zurückführbar sind. Weitere Männchen und Weibchen äußerlich unterscheidende Sexualcharaktere sind durch Unterschiede in der Gestalt der Antennen, in Form und Farbe der Flügel, Beschaffenheit der Augen etc. gegeben (Fig. 71).

Bei vielen Insekten haben die Eier die Fähigkeit, sich ohne Befruchtung in normaler Weise zu entwickeln. *Blattläuse* und *Rindenläuse* pflanzen sich viele Generationen hindurch parthenogenetisch fort; auch bei anderen *Insekten*, besonders *Hymenopteren*, *Schmetterlingen* und *Netzflüglern* ist Parthenogenesis weitverbreitet. Viel seltener als die gewöhnliche Parthenogenesis ist die *Pädogenese*, die parthenogenetische Fortpflanzung von Larven; man kennt sie nur von gewissen *Dipteren*, wie z. B. von der Gattung *Miastor*. In den weiblichen *Miastor*larven (Fig. 424) entwickeln sich die Eier noch vor Anlage der Ausführwege, so daß die junge Brut nur durch Platzen der Mutter frei werden kann. Nachdem mehrere pädogenetische Generationen sich wiederholt haben, verpuppen sich die zuletzt gebildeten Larven und liefern männliche und weibliche Mücken.

Mit Ausnahme der genannten pädogenetischen Formen, ferner der *Pupiparen*, vieler *Aphiden* und einiger anderer viviparer Arten (*Chrysomelinen*) sind die Insekten ovipar. Die Embryonalentwicklung beginnt mit der superficiellen Furchung erst längere Zeit nach der Ablage der Eier (Fig. 105). Im weiteren Verlauf derselben kommt es zur Bildung von zwei Embryonalanhängen, des Dottersacks und des Amnion. Ersterer ist im Gegensatz zu der gleichnamigen, der Bauchseite ange-

Partheno-  
genese.  
Pädogenese.

Embryonal-  
entwicklung.



hörigen Bildung der Wirbeltiere rückenständig; letzteres dagegen ist bauchständig; es ist eine dünne Zellschicht, welche den Embryo ventral bedeckt und ähnlich dem Wirbeltieramnion entsteht, indem das Blastoderm links und rechts, vorn und hinten von der Embryonalanlage oder dem Keimstreif Falten bildet, welche über dem Embryo zu einer Hülle verwachsen.

Metamor-  
phose.



Fig. 424. Larve einer Gallmücke (*Cecidomyiide*) mit pädogenetisch erzeugten Tochterlarven (aus Hatschek nach Pagenstecher).

Mit dem Sprengen des Amnion und der Eischale beginnt die postembryonale Entwicklung, die in den einzelnen Ordnungen so verschieden ist, daß man ametabole, hemimetabole und holometabole Insekten, d. h. Insekten mit direkter Entwicklung, ohne Metamorphose, solche mit unvollkommener Metamorphose (*M. incompleta*) und solche mit vollkommener Metamorphose (*M. completa*) unterscheidet. Bei der direkten Entwicklung ist das junge ausschüpfende Insekt dem geschlechtsreifen Tier im wesentlichen gleich, so daß es nur noch unter periodischen Häutungen zu wachsen und seine Geschlechtsorgane zur Reife zu bringen nötig hat. Da kein Insekt beim Verlassen des Eies Flügel hat, ist eine solche Entwicklungsweise nur bei den flügellosen Formen möglich, z. B. bei den *Apterygoten* und *Apteren*.

Alle geflügelten Insekten besitzen dagegen eine mehr oder minder ausgesprochene Metamorphose, deren Ursache in letzter Instanz in der Notwendigkeit, Flügel zu entwickeln, gegeben ist. Dieser Satz läßt sich aufrecht erhalten, obwohl es ungeflügelte Insekten mit vollkommener Metamorphose gibt. Denn diese (*Flöhe*, ungeflügelte *Schmetterlinge* und *Ameisen*) stammen unzweifelhaft von geflügelten Formen ab und haben die Metamorphose als eine fest eingewurzelte und daher auch nach dem Flügelverlust fortbestehende Entwicklungsweise ererbt.

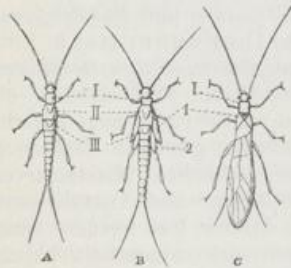


Fig. 425. Unvollkommene Metamorphose von *Perlä nigra* (aus Huxley). A Flügellose Larve, B Larve mit Flügelscheide, (1 u. 2). Causgebildetes Tier, I—III Thorax-segmente.

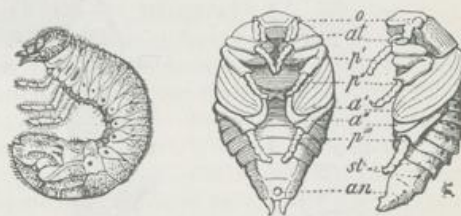
Bei der Metamorphosis incompleta wird der Unterschied zwischen dem frisch ausgeschlüpfen Tier, der Larve, und dem geschlechtsreifen Insekt, der Imago, allmählich ausgeglichen (Fig. 425). Oft treten schon bei der zweiten Häutung die Flügelanlagen als kleine Falten im Chitinkleid des Meso- und Metathorax auf: sie wachsen mit jeder Häutung, bis sie mit der letzten die Größe, Form und Beweglichkeit der functionsfähigen Flügel gewinnen. Man nennt diese Anlagen Flügelscheiden (*B. 1 u. 2*), weil ihr Chitinüberzug eine Hülle bildet, in welcher zusammengedrängt und gefaltet die Flügelanlage des nächsten Stadiums und bei der letzten Häutung der definitive Flügel eingeschlossen liegt. Da die Larven durch den Mangel der Flugorgane unter andere Lebensbedingungen versetzt werden als die fliegenden Insekten, unter Lebensbedingungen, welche vielfach besondere Einrichtungen im Bau verlangen, so kann schon bei



der hemimetabolen Entwicklung der Unterschied zwischen Larve und Imago durch Ausbildung spezifischer Larvenorgane gesteigert werden, wie die *Libellen* und *Eintagsfliegen* lehren, deren im Wasser wohnende Larven von der Imago nicht nur durch den Flügelmangel unterschieden sind, sondern auch durch abweichende Gestalt, anderweitigen Bau der Mundgliedmaßen, vor allem aber durch die Anwesenheit der bei der letzten Häutung meist schwindenden Tracheenkiemen (Fig. 420).

Steigerung der Unterschiede in den Lebensbedingungen, denen sich Larve und Imago anzupassen haben, führt zu einer divergenten Entwicklung beider und damit Hand in Hand zu einer Vermehrung der Larvencharaktere. So kommt es zur vollkommenen Metamorphose (holometabolen Entwicklung). Um die Vorteile ihrer besonderen Anpassung an die Umgebung ausnutzen zu können, behalten die Larven möglichst lange ihre spezifische Gestalt bei; die allmähliche Annäherung an die Imago unterbleibt, und die zur Metamorphose nötigen Veränderungen der Gestalt und des Baues werden mehr und mehr in das Endstadium des Larvenlebens, in den Zeitraum zwischen den beiden letzten Häutungen, zurückgedrängt. In diesem Zeitraum vollzieht sich eine so energische Umformung des Organismus, daß die Ausübung der gewöhnlichen Lebensverrichtungen, namentlich der Fortbewegung und Ernährung, behindert

Fig. 426. Larve (Engerling) und Puppe (in ventraler und seitlicher Ansicht) vom *Maikäfer*; o Augen, at Antennen, p—p''' Beine, a', a'' Vorder- und Hinterflügel, st Stigmen, an After.



oder unmöglich gemacht wird. Das letzte Stadium des Larvenlebens wird somit zu einem Stadium der Ruhe, zum Puppenstadium, auf dessen Existenz daher bei der Definition der vollkommenen Metamorphose das Hauptgewicht gelegt werden muß. Je vollkommener der Zustand der Ruhe ist, um so ausgesprochener ist auch der Charakter der holometabolen Entwicklung. Von diesem Gesichtspunkt aus unterscheidet man nun verschiedene Formen der Puppen: *P. liberae*, *P. obtectae* und *P. coarctatae*. Bei den freien Puppen (*P. liberae*, Fig. 426) erheben sich die Extremitäten weit über die Körperoberfläche, so daß man nicht nur die Körpergliederung, sondern auch die Antennen (*at*), Beine (*p'—p'''*), Flügel (*a'*, *a''*), vielfach auch die Mundwerkzeuge der Imago deutlich erkennen kann. Solche freie Puppen können ein gewisses Maß von Ortsbewegung besitzen, wie z. B. die Puppen vieler *Neuropteren* und *Mücken*, welche letztere im Wasser auf und nieder tauchen. — Die gedeckten Puppen (*P. obtectae*) haben im Moment der Verpuppung noch hervortretende Extremitäten, welche aber beim Erhärten der Chitinhaut dem Körper dicht angepreßt werden, so daß man selbst bei genauem Zuschauen nur undeutliche Konturen (Fig. 427) wahrnehmen kann. Die Bewegungen beschränken sich auf Zuckungen des ganzen Körpers, wie man sie z. B. bei den Schmetterlingspuppen durch äußere Reize hervorrufen kann. — Völlig unbeweglich endlich erscheinen die Tönnchenpuppen (*P. coarctatae*), weil hier die Puppe (ihrem Bau nach eine *P. libera*) noch

Puppe.



von einer weiteren Hülle, der letzten Larvenhaut, umschlossen wird (*Muscarien*).

Larve.

Noch größer als bei den Puppen ist die Mannigfaltigkeit der Gestalt auf den früheren Larvenstadien. Hier steht Bau und Körpergliederung so vollkommen unter dem Einfluß der Existenzbedingungen, daß je nach der Gleichartigkeit oder Verschiedenartigkeit derselben systematisch fernstehende Insekten ähnliche, verwandte Arten dagegen sehr verschieden gestaltete Larven haben können. Die Blätter nagenden Larven der *Schmetterlinge* und *Blattwespen* sind lebhaft gefärbte Raupen (Fig. 428), d. h. Larven, deren Brustextremitäten klein bleiben und durch Bauchextremitäten, die fleischigen *Pedes spurii* (*p.s.*) und die Nachschieber (*n*), unterstützt werden. Die vom Raub lebenden Larven vieler *Käfer* und *Netzflügler* haben lange Brustbeine und kräftige Mandibeln, dagegen keine Afterfüße. Andere Käferlarven, welche im Holz bohren oder in der Erde leben (Fig. 426), haben einen plumpen, weißlichen Körper mit oft rudimentären oder gänzlich fehlenden Beinen; sie leiten über zu den madenartigen Larven, bei denen auch die Mundgliedmaßen undeutlich werden und selbst der Unterschied von Kopf und Thorax schwinden kann.

Fig. 427.

Fig. 428.

Fig. 429.

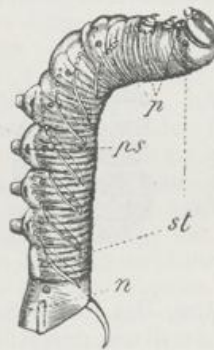
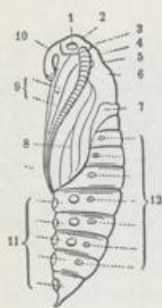


Fig. 427. Puppe von *Sphinx ligustri* (nach Leunis-Ludwig). 1 Auge, 2 Kopf, 3 Fühler, 4—6 Thoraxsegmente, 7 hintere, 8 vordere Flügel, 9 Beine, 10 Rüssel, 11 Abdominalsegmente, 12 Stigmen.

Fig. 428. Raupe von *Sphinx ligustri*, *p* Brustfüße, *ps* *Pedes spurii*, *n* Nachschieber, *st* Stigmen (nach Leunis-Ludwig).

Fig. 429. Larven von *Musca vomitoria* (nach Leuckart).

Solche weiße, weichhäutige, geringelte Säcke finden sich bei den meisten *Hymenopteren*, den *Entophagen* und *Aculeaten* (z. B. *Bienen*, Fig. 58), ferner bei einem Teil der *Dipteren* (Fig. 429); das sind Tiere, deren Larven in einem Überfluß von Nahrung leben, weil sie entweder Parasiten sind oder durch die Brutpflege der Mutter mit genügender Nahrung versehen werden.

Imaginal-  
scheiben.

Bei einer äußerlichen Betrachtung der holometabolen Entwicklungsstadien gewinnt man den Eindruck, als ob alle die besprochenen Larvenformen das Gemeinsame hätten, daß nicht nur die Flügel, sondern auch die übrigen Gliedmaßen der Imago gänzlich fehlen oder daß die Gliedmaßen wenigstens eine völlig andere Gestalt besitzen, als ob ferner die Flügel und vielfach auch die Fühler, Beine und Kiefer erst im Moment der Verpuppung auftreten, dann aber gleich in einer auffallenden Größe und



Vollkommenheit. Eine genauere Untersuchung lehrt jedoch, daß die Anlagen zu allen diesen Teilen (den Flügeln, Mundwerkzeugen etc.) schon lange vor der Verpuppung, vielfach schon bei der ersten Larvenhäutung gebildet wurden. Die Flügel eines *Schmetterlings* sind schon in der Raupe vorhanden, als kleine, mit jeder Häutung wachsende Höcker oder Falten der Oberfläche, die nur deswegen äußerlich nicht wahrgenommen werden, weil sie durch Einstülpung in die Tiefe verlagert und in ein auf der Haut mündendes Säckchen eingeschlossen sind. Solche Anlagen nennt man „Imaginatscheiben“; durch ihren Nachweis wird der Unterschied zwischen vollkommener und unvollkommener Verwandlung einigermaßen verwischt, indem auch bei ersterer der Bau der Imago, wenn auch in verborgener Weise, von langer Hand vorbereitet wird. Trotz alledem bleibt für das Insekt während der Puppenruhe noch außerordentlich viel umzugestalten; die Muskeln müssen den neuen Fortbewegungsorganen, der Darm der neuen Ernährungsweise angepaßt, die Körpereinteilung und das Nervensystem umgeformt werden. Da somit ein großer Teil der bisherigen Organisation eingeschmolzen wird, damit das so gewonnene Material zum Neuaufbau der Organe verwandt werden kann, erklärt sich die breiweiche Beschaffenheit des Puppeninhalts; letzterer kann bei raschem Verlauf der Umschmelzung zu einem so gleichförmigen Material undeutlich abgegrenzter Zellen werden, daß man fälschlich annahm, die Puppe sei auf den indifferenten Zustand des Eies zurückgekehrt („Histolyse“ der *Fliegen*).

Mit dem Geschlechtsleben der Insekten hängt die bei *Archipteren* (*Termiten*) und *Hymenopteren* (*Bienen*, *Hummeln*, *Wespen*, *Ameisen*) auftretende Staatenbildung zusammen; sie beruht darauf, daß zu den für die Vermehrung sorgenden Geschlechtstieren, den Männchen („Königen“, „Drohen“) und den Weibchen („Königinnen“, „Weiseln“) sich die „Arbeiter“ gesellen, welche für den Schutz und die Ernährung der Jungen und den Bau der oft äußerst komplizierten Nester zu sorgen haben, dagegen vermöge des rudimentären Charakters ihrer Geschlechtsorgane zumeist verhindert sind, an der Fortpflanzung sich zu beteiligen. Diese „Neutra“ sind bei *Hymenopteren* rudimentäre Weibchen, bei *Termiten* außerdem auch rudimentäre Männchen. Bei *Termiten*, *Wespen* und *Bienen* scheint die rudimentäre Beschaffenheit der Geschlechtsorgane ausschließlich durch ungenügende Fütterung während des Larvenlebens bedingt zu sein; für die *Ameisen* wird das gleiche von manchen Forschern behauptet, von anderen bestritten. Bei den *Ameisen* ist der Unterschied zwischen Geschlechtstieren und Arbeitern häufig durch Übergänge verwischt (ergatoide und ergatomorphe W.); aber auch da, wo der Unterschied am schärfsten ausgeprägt ist, wie bei den *Bienen*, können Arbeiterinnen nachträglich durch starke Fütterung zum Eierlegen gebracht werden („Drohenmütterchen“). Nicht selten findet man verschiedengestaltige (polymorphe) Arbeiter; sehr verbreitet ist die Differenzierung in kleinköpfige Arbeiter und großköpfige, mit mächtigen Mandibeln ausgerüstete „Soldaten“ (*Termiten*, *Ameisen*). Bei *Wespen* und *Bienen*, wie vielen anderen *Hymenopteren* wirkt die Befruchtung geschlechtsbestimmend, insofern befruchtete Eier sich zu Weibchen, unbefruchtete sich zu Männchen entwickeln; wahrscheinlich gilt Ähnliches auch für die *Ameisen*, obwohl die Einrichtung hier nicht mit gleicher Präzision wirkt; es steht fest, daß hier unter Umständen auch Weibchen aus unbefruchteten Eiern entstehen können.

Die Staaten der *Termiten* und *Ameisen* werden durch Aufnahme anderweitiger Tiere, sogenannter „Gäste“ oder „Symphylen“ aus den verschiedensten Ordnungen der Insekten, vornehmlich von *Käfern*, kompli-

Staaten-  
bildung.



ziert; die Gäste werden samt ihrer Brut gepflegt und gefüttert wegen der süßen Säfte, welche sie erzeugen; die Staaten der Ameisen komplizieren sich noch weiter durch Aufzucht von Sklaven. In den Nestern mancher tropischer *Termiten*- und *Ameisen*-Arten findet man endlich die merkwürdigen Pilzgärten, Reinkulturen von Hutpilzen auf einer organischen Unterlage, die von den Ameisen aus gekauten Blättern hergestellt wird; die Pilze werden umkultiviert, so daß sie keine Fruchtkörper, sondern blumenkohlartige, zur Nahrung dienende Wucherungen erzeugen.

Diese verwickelten Leistungen Staaten bildender Insekten, die Fähigkeit, sich untereinander zu verständigen und Angehörige des Staates von Artgenossen anderer Staaten zu unterscheiden, das hohe Maß von Aufopferungsfähigkeit für den Staat waren lange Zeit Veranlassung, vornehmlich den *Ameisen* und *Bienen* eine hohe Stufe moralischer und intellektueller Entwicklung zuzuschreiben. Die Auffassung war verfehlt. Da die Tiere im wesentlichen dieselben Handlungen verrichten, wenn sie von ihresgleichen getrennt aus der Puppe gezogen wurden und somit nicht zur Arbeit angeleitet werden konnten, handelt es sich offenbar um angeborene komplizierte Reflexe, nicht um bewußte, erlernte Handlungen. Immerhin besteht ein gewisses Lernvermögen, ein Vermögen, unter außergewöhnlichen Verhältnissen die Handlungsweise zu modifizieren. Merkwürdig ist, daß die so ähnlichen staatlichen Organisationen der *Termiten* und *Ameisen* sich vollkommen unabhängig voneinander entwickelt haben, ebenso die Staaten der einander so nahe verwandten *Vesparien* und *Apiarien*, da in jeder der beiden Familien es jetzt noch solitäre und soziale Arten gibt.

Systematik.

Bei der **Systematik** der Insekten verlangen 4 Momente besondere Berücksichtigung: 1. die Körpergliederung, bei welcher zu beachten ist, ob die Thorax- oder Abdominalsegmente gleichförmig aufeinander folgen oder ob sich der Thorax namentlich vermöge engerer Vereinigung seiner drei Ringe vom Kopf und Abdomen scharf abgegliedert hat; 2. die Beschaffenheit der Flügel, welche bei niederen Formen fehlen oder zarte, mit reichlichem Flügelgeäder versehene, an beiden Thoraxsegmenten gleichförmige Chitinblätter sind, während für höhere Formen teilweise Rückbildung des Flügelgäders oder lederartige Erhärtung des Chitins, ferner divergente Entwicklung oder partielle Rückbildung der Vorder- und Hinterflügel charakteristisch ist; 3. Bau der Mundwerkzeuge und 4. Art der Entwicklung, zwei Momente, über welche schon oben das Nähere gesagt wurde. Unter gleichmäßiger Berücksichtigung der genannten Verhältnisse fällt es leicht, 6 scharf umschriebene, auch dem Laien ohne weiteres verständliche Ordnungen herauszuheben: 1. *Lepidopteren*, 2. *Dipteren*, 3. *Aphanipteren*, 4. *Rhynchoten*, 5. *Hymenopteren*, 6. *Coleopteren*. Der verbleibende Rest wurde früher auf die beiden Ordnungen der *Orthopteren* und *Neuropteren* verteilt; jetzt hält man diese Gruppen für wenig natürlich und hat versucht, sie in mehr oder minder zahlreiche Ordnungen aufzulösen. Hier soll diesen Bestrebungen insofern Rechnung getragen werden, als wir von den Neuropteren die *Pseudoneuropteren* oder *Archipteren*, von den Orthopteren die ungeflügelten Formen, die *Apterygoten*, trennen werden.

### I. Ordnung. Apterygoten (Apterogenea), Urinsekten.

An die Spitze der *Insekten* müssen wir kleine unansehnliche, ametabole, flügellose Formen stellen, die sich von anderen flügellosen Formen darin unterscheiden, daß keine Hinweise existieren, daß



jemals Flügel bestanden haben. Man hält sie daher für Reste von Urformen der *pterygoten Insekten*, wozu man umso mehr Ursache hat, als auch sonst die Organisation sehr primitiv ist; echte Facettenaugen fehlen und sind durch einzelne oder gehäufte Stemmata ersetzt; die Tracheen — bei den meisten *Collembolen* rückgebildet — bestehen aus getrennten Tracheenbüscheln. Vor allem aber existieren Reste von abdominalen Extremitäten und damit Hinweise auf nähere Verwandtschaft mit *Myriapoden*. Bei manchen Myriapoden (*Scolopendrella*) findet man kleine Griffel an der Extremitätenbasis und daneben ausstülpbare Säckchen. Griffel und Säckchen kehren bei *Campodea* und *Thysanuren* wieder, bei *Campodea* am 1. Abdominalsegment sogar ein rudimentäres Beinpaar. Anhänge am hinteren Körperende, Cerci, werden ebenfalls als abdominale Gliedmaßen gedeutet. Die Mundgliedmaßen sind kauend, häufig rudimentär.

I. Unterordnung. *Thysanuren*. Körper langgestreckt, mit langen Borsten (Cerci) am hinteren Ende versehen. *Lepisma saccharina* L., Zuckergast, auch Silberfischchen genannt wegen seines silberglänzenden Schuppenkleides; *Machilis maritima* Latr. (Fig. 406); *Campodea staphylinus* Westw. (Fig. 357), im Bau der Mundgliedmaßen den *Collembolen* ähnlich.

II. Unterordnung. *Collembolen*. Körper gedrungen, mit langen Borsten, die als Springstangen benutzt werden, indem sie, bauchwärts eingeschlagen, den 1—3 mm langen Körper vorwärts schleudern. Auf dem Wasser lebt *Podura aquatica* L., auf dem Schnee und Eis die *Degeeria nivalis* L. (Schneefloh) und *Desoria glacialis* Nic. (Gletscherfloh).

## II. Ordnung. Archipteren oder Pseudoneuropteren, Urflügler.

Die *Archipteren* zeigen uns den Urtypus beflügelter Insekten. Ihr langgestreckter Körper besteht aus zahlreichen Segmenten und trägt meist noch die Schwanzborsten (Cerci) der *Thysanuren*. Die Flügel sind zart-häutig, glasartig, durchsichtig, von einem dichten Flügelgeäder gestützt und vollkommen gleich oder nahezu gleich an Mittel- und Hinterbrust entwickelt, öfters auch rückgebildet. Die Kiefer sind rechte Typen beißender Mundgliedmaßen; an den Maxillen und der Unterlippe sind Innen- und Außenlade gut entwickelt; an der Unterlippe weist häufig ein Einschnitt im Mentum auf die Verwachsung aus zwei Teilen (Stipites der zweiten Maxillen). Dem ursprünglichen Bau entspricht auch die ursprüngliche Art der Entwicklung, welche in der Regel eine hemimetabole ist. Der Unterschied der Larve von der Imago beschränkt sich auf den Mangel der Flügel, wozu sich noch die Anwesenheit wenig auffallender Larvenorgane (Kiemen der *Amphibiotica*) gesellen kann. Öfters wird die Entwicklung eine direkte, wenn nämlich die Imagines (bei einem Teil der *Termiten* und *Psociden*) flügellos sind.

Die *Archipteren* wurden früher wegen der Ähnlichkeit ihrer Flügel zu den holometabolen *Neuropteren* gestellt, später auf Grund ihrer Mundgliedmaßen und hemimetabolen Entwicklung von ihnen getrennt und den ihnen in beider Hinsicht gleichenden *Orthopteren* zugerechnet. Gegen eine Vereinigung mit den *Orthopteren* spricht die Beschaffenheit der Flügel.

I. Unterordnung. *Corrodentien*. Die Larven unterscheiden sich von den Imagines bei den geflügelten Formen, abgesehen von der Größe, durch den Flügelmangel, bei den ungeflügelten Formen nur durch ihre



Kleinheit. — Die bekanntesten Vertreter sind die *Termiten* oder *weißen Ameisen*, deren deutscher Name leicht über die systematische Stellung der Tiere täuschen kann. Den echten *Ameisen* (*Hymenopteren*) gleichen sie in der Staatenbildung, sogar in auffälligen Besonderheiten derselben, wie Pilzkulturen, Aufnahme von Gästen (*Termitophilen*), sie unterscheiden sich von ihnen durch ihre gleichförmige Körpergliederung, die Beschaffenheit ihrer Mundwerkzeuge und ihre niemals holometabole Entwicklung, ferner dadurch, daß sich unter den „Arbeitern“ nicht nur Weibchen, sondern auch Männchen befinden. Ein meist aus vielen tausend Tieren bestehender Termitenstaat baut sich einen aus kunstvoll angelegten Gängen, Vorratskammern, Wochenstuben etc. bestehenden Bau. Als nächtliche Tiere graben sie sich, ohne je an die Oberfläche zu kommen, in altes Holz (Balkengerüst der Häuser, Möbel, Bilderrahmen, Baumstämme des Waldes etc.) ein, wobei sie den Einsturz ihrer Wohnstätte veranlassen können; sie tapezieren die Räume mit einer festen, zementartigen Masse

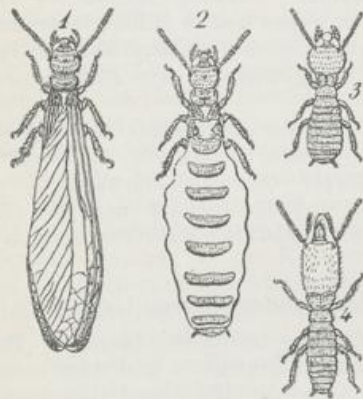


Fig. 430. *Termes lucifugus*. 1 geflügeltes Geschlechtstier, 2 Weibchen nach Verlust der Flügel mit Resten derselben, 3 Arbeiter, 4 Soldat (aus Leunis-Ludwig).

aus, dem gefressenen und durch den After wieder entleerten Abraum. Viele Arten bedürfen keiner Grundlage, sondern errichten ihre domartigen, manchmal 3–5 m hohen, 6–8 m im Durchmesser breiten Wohnungen aus gekauter Erde frei auf dem Boden. Im Termitenvolk unterscheidet man zunächst flügellose und geflügelte Tiere, jene mit direkter, diese mit hemimetaboler Entwicklung (Fig. 430). Jene sind häufig blind, mit kräftigen Mandibeln ausgerüstet und zerfallen in 2 Stände, die Arbeiter (3) und die großköpfigen Soldaten (4). Die geflügelten Tiere (1) besitzen functionsfähige Geschlechtsorgane; sie schwärmen nach beendeter Metamorphose aus. Nach einiger Zeit werden die Flügel nahe

der Basis abgeknickt und abgeworfen, Männchen („Könige“) und Weibchen („Königinnen“) gründen entweder gemeinsam einen neuen Staat oder ziehen in einen vorhandenen ein. Nach der Begattung schwillt das Abdomen der „Königin“ unter enormer Eiproduktion zu einem unförmlichen Sack an. Da die ausschwärmenden Termiten von Vögeln und anderen Tieren verfolgt werden, kommt es vor, daß in manchen Stock kein Königspärchen zurückkehrt. In diesem Fall wird die Fortpflanzung durch Reservemännchen und -weibchen besorgt, Geschlechtstiere, welche die Metamorphose nicht beenden, sondern auf dem Stadium mit Flügelscheiden verharren; bei *Termes lucifugus* sollen sie allein die Fortpflanzung besorgen. Die *Termiten* besitzen die Fähigkeit, durch Quantität und Qualität des Futters die Entwicklung der Larve zu modifizieren und zu bestimmen, welche Stände des Staates aus ihnen hervorgehen werden. — Gegen die echten Ameisen führen die Termiten erbitterte Kriege. *Termes lucifugus* Rossi in Südeuropa hat namentlich in La Rochelle und Rochefort im 18. Jahrhundert den Einsturz zahlreicher Häuser verursacht. *Termes fatalis* L. in Afrika baut mehrere Meter hohe Erdhügel.



Den Termiten nahe verwandt sind die vielfach flügellosen *Psociden*, Staub- und Bücherläuse. *Troctes divinatorius* Müll., ein weißliches, im Staub überall häufiges, flügelloses Tier von circa 1 mm Länge. Wahrscheinlich reihen sich auch die *Mallophagen* an, flügellose, wie Läuse auf der Haut von Säugetieren und Vögeln lebende Tiere, die vielfach auch zu den Läusen gestellt werden, sich aber durch kauende Mundgliedmaßen von ihnen unterscheiden. *Trichodectes canis* Deg., Hundelaus; *Philo-pteris communis* Nitzsch., Federlaus, auf Finken.

II. Unterordnung. *Amphibiotica*. Drei Familien der *Archipteren*, die *Perliden*, *Ephemeriden* oder Eintagsfliegen und die *Libelluliden* (*Odonaten*) oder Wasserjungfern, obwohl anatomisch ganz erheblich voneinander unterschieden, haben das Gemeinsame, daß ihre Larven im Wasser leben und hier mit Tracheenkiemen atmen (Fig. 420). Letztere sind ventral gelagerte Büschel bei *Perliden*, flügelartige oder büschelförmige Anhänge an der Seite des Abdomens bei *Ephemeriden*, bei *Libelluliden* drei blattartige Anhänge am After oder reiche Tracheenverästelungen an dem Wasser aus- und einpumpenden Mastdarm. Sämtliche hierher gehörige Larven sind gefährliche Räuber, besonders die Larven der auch als Imagines äußerst gefräßigen Libellen (Fig. 431). Die Libellenlarven haben zum Einfangen der Beute ein Labium mit stark verlängertem Mentum und Submentum, welches in der Ruhe als „Maske“ unter dem Kopf zusammengeklappt liegt, zum Angriff aber blitzschnell hervorgeschleudert werden kann. — *Perla bicaudata* L., im Frühjahr sehr verbreitet. *Ephemera vulgata* L. (Fig. 432) tritt nebst anderen verwandten Arten zeitweilig in solchen Schwärmen auf, daß die Leichen der Tiere zum Düngen benutzt werden (Uferraas). Die Imagines nehmen keine Nahrung zu sich, sondern sterben nach der Begattung und Eiablage (wenige Stunden nach der Beendigung der über mehrere Jahre sich hinziehenden Metamorphose) ab; Ausnahme die lebendig gebärende, daher ca. 3 Wochen lebende *Chlocopsis diptera*.

*Libellula depressa* L., *Aeschna grandis* L., *Calopteryx virgo* L. Männchen und Weibchen aller Libellen sind sowohl an den eigentümlichen Begattungswerkzeugen, sowie an ihren verschiedenen Färbungen leicht zu unterscheiden.

III. Unterordnung. *Physopoden* oder *Thysanopteren*, Tiere mit schmalen, beiderseits bewimperten Flügeln, mit Haftblasen an den Füßen und rudimentärer, zum Saugen eingerichteter Mundbewaffnung. Die Stellung der Gruppe im System ist sehr zweifelhaft. *Thrips cerealium* Halib., dem Getreide schädlich.

Fig. 431.



Fig. 432.



Fig. 431. Larve von *Aeschna grandis* (nach Rösel v. Rosenhof). *m* Maske, *a¹* vordere, *a²* hintere Flügelscheiden, *st* Stigmen.

Fig. 432. *Ephemera vulgata* (aus Schmarda). Schwanzborsten (die paarigen Borsten sind die Cerci) nicht bis zum Ende ausgezeichnet.



### III. Ordnung. Orthopteren, Gradflügler.

Die *Orthopteren* teilen mit den *Archipteren* zwei schon bei diesen besprochene Merkmale: 1. Die hemimetabole Entwicklung, welche beim Mangel der Flügel zur ametabolen wird; 2. die kauenden Mundgliedmaßen, an denen besonders auffällt, daß die Außenlade der Maxillen die Form der „Galea“ hat, daß an der Unterlippe sämtliche Laden getrennt bleiben und daß das Mentum die Verschmelzung aus zwei Teilen noch erkennen läßt (Fig. 418). Dagegen hat die bei den *Archipteren* beschriebene primitive, zarte Beschaffenheit der Flügel einer pergamentartigen Härte Platz gemacht, welche den Namen „*Orthopteren*“ veranlaßt hat. Indem dieselbe sich an den schmalen Vorderflügeln, welche die weicheren, meist einfaltbaren und zum Fluge besonders dienenden Hinterflügel decken, am meisten bemerkbar macht, erhalten viele *Orthopteren* eine große Ähnlichkeit mit den *Käfern*. Vor einer Verwechslung schützt die Untersuchung der bei den *Käfern* vereinfachten Unterlippe, sowie der Nachweis der Holometabolie bei letzteren. Am Abdomen findet man Cerci, öfters auch Styli. In der inneren Anatomie (Fig. 419) fällt besonders die große Zahl der Vasa Malpighii auf.

I. Unterordnung. *Cursorien* (*Blattiden*). Orthopteren mit mäßig langen, zum raschen Lauf geeigneten Beinen. Die Tiere ähneln den Käfern, einmal durch die Gestalt des Prothorax, zweitens durch die elytrenartigen Vorderflügel. Die Flügel können je nach den Arten in beiden Geschlechtern vorhanden sein oder fehlen. Rückbildung der Flügel ist beim Weibchen häufiger als beim Männchen. *Periplaneta orientalis* L., Brotschabe, schwarzbraun, besonders in Bäckehäusern; *Blatta germanica* L., Küchenschabe, kleiner und lichter gefärbt. *Blaber gigantea* C. in den Tropen.

II. Unterordnung. *Dermapteren*. Die Vorderflügel sind kurze Elytren, unter denen die selten zum Flug verwandten Hinterflügel durch vielfache Faltung geborgen werden; Flügel bei manchen Arten rudimentär. Die Ohrwürmer oder *Forficuliden* erinnern in ihrem Habitus an Käfer mit rudimentären Elytren (*Staphylinen*), von denen sie aber leicht an den Zangen (den „Cerci“) unterschieden werden. Im Bau der Mundgliedmaßen und in ihrer Entwicklung den übrigen Orthopteren ähnlich, entfernen sie sich vom durchschnittlichen Habitus der Gruppe durch die ganz eigentümliche Beschaffenheit der Flügel so sehr, daß sie öfters zu einer besonderen Ordnung erhoben werden. *Forficula auricularia* L., Ohrwurm, mit Unrecht gefürchtet als dem Trommelfell des Ohres gefährlich. *Labidura minor* L.

III. Unterordnung. *Gressorien* mit langen, dünnen, nur einen langsamen Gang gestattenden Beinen. — Die 2 Familien der Gressorien, die *Mantiden* und *Phasmiden*, sind voneinander nicht unerheblich verschieden. Namentlich erhalten die *Mantiden* ein besonderes Gepräge durch den langen Prothorax und die zum Greifen und Zerschneiden der Beute dienenden Raubfüße, welche vor dem Prothorax getragen werden und den Namen „Gottesanbeterinnen“ veranlaßt haben. *Mantis religiosa* L., *Empusa pauperata* Rossi in Südeuropa. Die vorwiegend tropischen *Phasmiden* (Fig. 12) sind durch ihre Mimikry bekannt. Die *Bacillen* (*Acanthoderus Wallacei*, *Bacillus Rossi* Fabr., in Südeuropa, durch Parthenogenesis ausgezeichnet) ahmen Zweige, die *Phylliden* (*Phyllium Scythe*, *Ph. siccifolium* L.) Blätter nach.



IV. Unterordnung. *Saltatorien*. Hintere Extremitäten meist lange, kräftige Springbeine. — In der Gruppe herrscht ein auffallendes Mißverhältnis in der Länge der zwei ersten und des dritten Beinpaars (Fig. 433); an letzterem ist der Femur dick und muskelstark, die Tibia lang und durch ihre Festigkeit zum Stützen geeignet. Indem beide spitzwinkelig im Gelenk gegeneinander gestellt, dann mit großer Energie plötzlich gestreckt werden, wird der Körper weithin geschleudert. Die Flügel unterstützen die Bewegung und können bei vielen Arten, wie den Wanderheuschrecken, das Tier zu andauerndem Flug hoch in die Luft tragen. Sehr verbreitet ist in der Gruppe die Fähigkeit, schrille Geräusche zu erzeugen, indem die Vorderflügel gegeneinander (*Locustiden*, *Grylliden*) oder gegen die Hinterschenkel (*Acrididen*) gerieben werden. Desgleichen finden sich tympanale Gehörorgane: bei den *Locustiden* (Fig. 435) und vielen *Grylliden* an den Tibien der Vorderbeine, bei den *Acrididen* (Fig. 434) am ersten Bauchring. Eine ringförmige Verdickung im Chitin bildet einen Rahmen, in welchem ein dünnes Chitinhäutchen wie ein Trommelfell ausgespannt ist. Von innen tritt eine Trachee an das Trommelfell heran und schwillt zu einer als Resonanzapparat fungierenden Blase an.

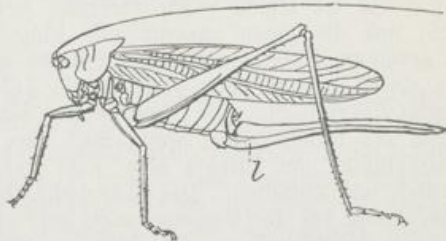


Fig. 433. *Locusta caudata* (nach Brunner v. Wattenwyl). l Legebohrer.

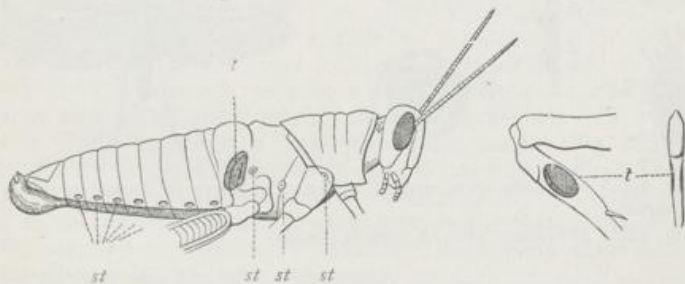


Fig. 434. Seitenansicht von *Acridium* nach Entfernung der Flügel. st Stigmen, t Tympanum.

Fig. 435. Tibia des Vorderbeines einer *Locustide* in Seiten- und Vorderansicht mit Trommelfell (t) (aus Hatschek nach Fischer).

Der Hörnerv bildet eine *Crista acustica*, die stets an die Tracheenblase angrenzt, bei den *Acrididen* sogar zwischen sie und das Trommelfell eingelagert ist. An der Fähigkeit der Tonproduktion erkennt man die Männchen; die Weibchen sind noch leichter zu erkennen an dem zur Eiablage dienenden, besonders bei *Locustiden* stark entwickelten Legebohrer (Fig. 433). Als Vertreter der 3 hierher gehörigen Familien sind zu nennen: für die langfühlerigen *Locustiden* oder Laubheuschrecken *Locusta viridissima* L., *Decticus verrucivorus* L., für die kurzfühlerigen *Acrididen* oder Feldheuschrecken außer zahlreichen einheimischen Formen (*Oedipoda caerulea* L., *Tettix subulata* L.) die Felder ver-



heerende Wanderheuschrecke *Pachytylus migratorius* L., für die *Grylliden* oder Grabheuschrecken (Körper walzenförmig) die Feldgrille *Gryllus campestris* L. und das Heimchen *Gr. domesticus* L., *Gryllotalpa vulgaris* Latr., Werre oder Maulwurfsgrille.

#### IV. Ordnung. Neuropteren, Netzflügler.

Die *Archipteren* besitzen eine Parallelgruppe in den *Neuropteren*, mit denen sie früher sogar vereinigt wurden. Die *Neuropteren* haben nicht nur die jenen zukommende Flügelstruktur, sondern zeigen auch im gesamten Habitus vielfach mit ihnen eine große Ähnlichkeit, wie z. B. die *Ameisenlöwen* (Fig. 436) an die *Libellen*, die *Chrysopiden* an die *Perliden* erinnern. Die Neuropteren sind jedoch holometabol und besitzen ein Ruhestadium, wenn auch ihre freien Puppen kurz vor dem Ausschlüpfen des Insekts eine nicht unbedeutende Fähigkeit zur Ortsveränderung entfalten. Die Mundgliedmaßen sind zwar noch kauend, zeigen aber bei den *Planipennien* eine an die Käfer erinnernde Vereinfachung der Unterlippe. Bei den gewöhnlich als eine selbständige Ordnung angesehenen *Trichopteren* geht die Vereinfachung der Mundgliedmaßen noch weiter, indem Unterlippe und Kiefer ähnlich wie bei den Schmetterlingen eine Art Rüssel erzeugen.

Fig. 436.

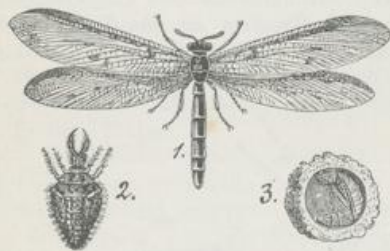


Fig. 436. *Myrmeleo formicarius*. 1 Imago, 2 Larve, 3 Puppe in ihrer Wiege (aus Schmarda).

Fig. 437.



Fig. 437. *Phryganea grandis* (aus Schmarda).

I. Unterordnung. *Planipennien*. Am bekanntesten sind die *Myrmelcontiden*, deren Larven auf Insekten, besonders Ameisen, Jagd machen, was den Namen „Ameisenlöwen“ veranlaßt hat. Die mit langen, zangenartigen Mandibeln versehenen Larven (Fig. 436 2) bauen im Sand einen Trichter und vergraben sich am Grund desselben, so daß nur die Kiefer hervorragen, welche Insekten, die den Abhang der Fallgrube heruntergleiten, packen und töten. *Myrmeleo formicarius* L., *Ascalaphus italicus* Fabr. Nahe verwandt sind *Chrysopa perla* L., *Sialis lutaria* L., *Rhaphidia ophidiopsis* Schum., Kamelhalsfliege. — Durch schnabelartige Verlängerung des Kopfes und eine Greifzange am hinteren Ende des Männchens, welche ähnlich wie der Scorpionstachel über den Rücken aufgebogen wird, zeichnen sich die Scorpionfliegen aus (*Panorpa communis* L.).

II. Unterordnung. *Trichopteren*. Die nur durch die *Phryganiden* (Fig. 437) vertretene Gruppe ähnelt den Schmetterlingen im Bau der Geschlechtsorgane, ferner, indem die Mandibeln rudimentär, die übrigen



Kiefer zu einem, wenn auch kurzen, Saugrüssel vereint sind, und indem die Flügel stark behaart oder beschuppt und öfters wie Mottenflügel gezeichnet sind. Die zumeist im Wasser lebenden Larven atmen durch büschelförmige Kiemen, haben starke Spinndrüsen und bauen sich durch Zusammenkitten von allerhand Fremdkörpern ein Gehäuse, aus dem sie zum Zwecke der Fortbewegung nur mit Kopf, Thorax und Beinen herauskommen. Bei der Verpuppung wird die Öffnung durch ein Gespinnst geschlossen. *Phryganea grandis* L., *Hydropsyche variabilis* Pictet.

#### V. Ordnung. Coleopteren, Käfer.

Die Käfer beschließen den Kreis der Insekten mit kauenden Mundgliedmaßen, unter denen sie den *Orthopteren* am meisten verwandt sind. Wie diese, besitzen sie kräftige Mandibeln und wohlentwickelte Maxillen mit Außen- und Innenlade (letztere oft zweigliedrig, tasterartig, Fig. 439); dagegen ist ihre Unterlippe vereinfacht: ein gewöhnlich als Mentum bezeichnetes Submentum, hinter welches sich das rudimentäre Mentum mit seinen Palpen, Paraglossen und oft zur Ligula verschmolzenen Glossen zurückzieht. (In der Gattung *Nemognatha* sind ausnahmsweise die Außenlader der Maxillen zu Saugorganen umgebildet.) Ein zweiter, die Käfer von den Orthopteren trennender Charakter ist die holometabole Entwicklung, in deren Verlauf stets typische freie Puppen auftreten, während die Larven je nach der Lebensweise eine große Mannigfaltigkeit der Gestalt zeigen (Fig. 426). Was aber am meisten den Tieren ein leicht kenntliches Gepräge verleiht, ist die Beschaffenheit der Flügel. Die an ihrer Basis durch ein Scutellum getrennten Vorderflügel sind harte, zum Flug ungeeignete Elytren; unter ihrer Decke werden die zarten, mehrfach gefalteten Hinterflügel, die eigentlichen Flugorgane, geborgen; sie können fehlen, besonders bei Käfern mit verwachsenen Elytren. Indem nun von den Elytren die zwei hinteren Thoraxringe und in der Regel fast sämtliche Bauchringe bedeckt werden, erhalten die Ringe auf ihrer Rückseite eine gleichartige, weichhäutige Beschaffenheit. So wird äußerlich eine Dreiteilung des Käferkörpers vorgetäuscht (Fig. 438), welche mit der für die Insekten charakteristischen Sonderung in Kopf, Thorax und Abdomen nicht zusammenfällt, eine Sonderung in: 1. Kopf; 2. einen scharf abgesetzten Prothorax; 3. einen dritten Abschnitt, welcher vermöge der Flügelbedeckung einheitlich erscheint, tatsächlich aber dem Meso- und Metathorax + Abdomen entspricht.

Um die zahlreichen, etwa 100000 verschiedene Arten enthaltenden Familien in übersichtlicher Weise anzuordnen, hat man 4 Unterordnungen nach der verschiedenen Beschaffenheit des Tarsus charakterisiert, ein System, das sehr anfechtbar ist, aber noch durch kein allgemein angenommenes besseres ersetzt ist. Der Tarsus besteht bei den *Pentameren* aus 5 Gliedern, einem keulenförmigen, die Klauen tragenden Endglied und 4 herzförmig ausgeschnittenen, an die Tibia anschließenden Stücken (Fig. 440a). Während das Klauenglied überall konstant bleibt, erfahren die vorhergehenden Glieder bei vielen Käfern eine Rückbildung; bei den *Tetrameren* wird das vorletzte Glied rudimentär, bei den *Trimeren* wird von den zwei vorletzten das eine rudimentär, das andere schwindet ganz (Fig. 440b). Da man früher die rudimentären, bei gewöhnlicher Lage des Tarsus von der Umgebung verdeckten Stücke ganz übersah, zählte man nur 4 resp. 3 Tarsalglieder und kam so zu den Namen Tetrameren



und Trimeren, welche besser *Cryptopentameren* oder *Pseudotetrameren* und *Cryptotetrameren* oder *Pseudotrimeren* heißen sollten. Die Bezeichnung „*Heteromeren*“ für die IV. Unterordnung endlich bedeutet, daß der Tarsus des dritten Beinpaars von den vorhergehenden fünfgliedrigen abweicht, indem er pseudotetramer ist.

I. Unterordnung. *Pentameren*. Diese umfangreichste Gruppe enthält die Lauf- und Sandkäfer, *Carabiden* (*Calosoma sycophanta* L. [Fig. 438], *Cicindela campestris* L.), die Wasserkäfer *Hydrophiliden* und *Dytisciden*, die *Lamellicornier* (*Lucanus cervus* L., Hirschkäfer, *Geotrupes stercorarius* L., Mistkäfer, *Melolontha vulgaris* L., Maikäfer, *Dynastes hercules* L.), *Malacodermen* (*Lamproyris noctiluca* L., Leuchtwürmchen), *Staphyliniden*, *Elateriden* (*Pyrophorus noctilucus* L., starke Leuchtorgane am Prothorax) etc.

Fig. 438.



Fig. 439.



Fig. 440.

Fig. 438. *Calosoma sycophanta* (nach Leunis-Ludwig).Fig. 439. Maxille von *Procrustes coriaceus*. c Cardio, st Stipes, le, li Lobus externus und internus, pm Palpus maxillaris.Fig. 440. Tarsusformen, a pentamere von *Dytiscus marginatus*, b cryptotetramere von *Coccinella septempunctata*, t Tibia, \* reduziertes Tarsalglied.

II. Unterordnung. *Heteromeren*. Von den wenigen hierher zu rechnenden Familien sind am bekanntesten die Familien der *Meloiden*, weil sie aus ihrer Haut eine scharfe, Cantharidin enthaltende Flüssigkeit abgeben (nach einigen Forschern Blut, nach anderen in die Leibeshöhle übertretende Darmsecrete, nach dritten Secret von Hautdrüsen). Die Flüssigkeit ist Grund, daß die getrockneten und zerstampften Körper der *Lytta vesicatoria* L. („spanische Fliege“) zur Bereitung von Blasenpflastern dienen. *Meloë proscarabaeus* L., *Tenebrioniden* (*Tenebrio molitor* L., Larve als Mehlwurm bekannt).

III. Unterordnung. *Tetrameren* (*Cryptopentameren*). Vier sehr artenreiche Familien machen die III. Unterordnung aus, alle 4 als Pflanzeneinde von großer Wichtigkeit. Die durch lange Fühler ausgezeichneten Bockkäfer, *Cerambyciden*, werden durch ihre im Holz bohrenden Larven den Waldungen schädlich (*Cerambyx heros* L., *Aromia moschata* L.). Noch verheerender wirken die Borkenkäfer, *Bostrychiden*, da Larven und geschlechtsreife Tiere im Baste bohren, wo sie Figuren erzeugen, welche an Lettern erinnern (*Bostrychus typographus* L., *Hylurgus piniperda* L.). Durch das Abfressen der Blätter schaden den Pflanzen die *Chrysomelinen* (*Doryphora decemlineata* Say. der Koloradokäfer an Kartoffeln, *Donacia*



*sericea* L.). Die Früchte endlich leiden durch den Stich der *Curculioniden*, Rüsselkäfer, welche mit ihrem rüsselartig ausgezogenen vorderen Körperende Nüsse (*Balaninus nucum* L.), Äpfel (*Rhynchitis Bacchus* L.) etc. anstechen und in die Kanäle ihre Eier legen, aus denen die Larven auskriechen, um die Frucht auszufressen.

IV. Unterordnung. *Trimeren*. Aus dieser kleinsten Hauptabteilung der Käfer sind am bekanntesten die *Coccinelliden* oder Marienkäferchen, *Coccinella septempunctata* L., welche ebenso wie ihre Larven durch die Jagd auf Blattläuse nützlich sind.

Anhangsweise seien hier die höchst merkwürdig gebauten *Strepsipteren* erwähnt, Parasiten, die auf Hymenopteren wohnen und nur eine Familie bilden, die *Stylopiden*. Die lebhaft springenden sechsbeinigen Larven (Fig. 441 3) dringen

zwischen die Bauchschienen von Bienen und Wespen ein und verpuppen sich hier. Aus der Puppenhaut schlüpft nur

das pfeilschnell fliegende Männchen (2) aus, das einigermaßen an Käfer erinnert, da es Rudimente von Vorderflügeln, dafür umso kräftigere Hinterflügel und einen entsprechend langen Metathorax hat. Das flügel- und beinlose, madenartige Weibchen

(1) verbleibt in der Puppenhülle und wird hier befruchtet; es ist lebendig gebärend. Eine mit einer Strepsiptere behaftete Biene oder Wespe heißt stylopiert. *Stylops melittae* Kirby, *Xenos Rossii* Kirby.



Fig. 441. *Xenos Rossii* (nach Boas) 1 Weibchen, 2 Männchen, 3 Larve, I, II, III die Thoraxsegmente,  $a^1$  rudimentärer erster,  $a^2$  wohlentwickelter zweiter Flügel.

#### VI. Ordnung. Hymenopteren. Hautflügler, Immen.

Die *Hymenopteren*, zu denen als bekannteste Formen die *Bienen*, *Wespen*, *Ameisen* etc. gehören, haben der Mehrzahl nach kräftige, zum Kauen geeignete Kiefer, an denen sich aber vielfach schon Merkmale erkennen lassen, welche zu den leckenden Mundgliedmaßen überleiten: Streckung von Maxillen und Unterlippe, Verschmelzung der inneren Lippenladen zur Glossa. Eine Minderheit der Hymenopteren ist mit vollkommen ausgebildeten Saugorganen ausgerüstet. Bei *Bienen* und *Hummeln* (Fig. 415) ist die Glossa eine lang ausgezogene Rinne, deren Ränder umgebogen und fast zu einer Röhre geschlossen sind; sie steckt in einem Futteral, welches von den stark verlängerten Labialtastern und den Laden der Maxillen gebildet wird. Der langgestreckte Apparat wird durch doppelte Einknickung unter dem Kopf verborgen. Oberlippe und Mandibeln sind an der Bildung des Saugorgans nicht beteiligt.

Da die Beschaffenheit der Mundgliedmaßen wechselt, ist bei der Systematik größerer Wert auf Körpergliederung und Flügelstruktur zu legen. Die Flügel sind häutig, d. h. sie sind zarte, von wenigen Adern durchzogene Membranen (Fig. 442); sie wirken beim Flug durchaus wie ein einziges Paar, indem die Vorderflügel mit den Hinterflügeln durch hakenartige Haftsporen fest verbunden sind. Da jene wesentlich größer sind als diese, übertrifft auch der zugehörige Mesothorax an Ausbildung die beiden anderen Thoraxringe, welche — besonders



der Prothorax — als kleine Stücke den Anschluß an den kräftigen Mesothorax suchen. An den Thorax schließt sich ferner das erste Abdominalsegment an, bei den *Entophagen* und *Aculeaten* so innig, daß es wie ein Teil des Thorax aussieht. Die tiefe Kerbe, welche dann Abdomen und Thorax trennt (Wespentaille), schneidet zwischen 1. und 2. Abdominalsegment ein. Ist letzteres (Petiolus) lang ausgezogen, so resultiert das gestielte Abdomen. Weibliche und männliche Tiere sind leicht an der Genitalbewaffnung zu unterscheiden. Dieselbe ist beim Weibchen der auf S. 421 schon geschilderte Anhang, der entweder als Legebohrer, *Terebra*, benutzt wird und dann meist über das hintere Körperende hervorragt (Fig. 442) oder als Angriffswaffe, Stachel oder *Aculeus*, dient und dann stets in der Ruhe in den Körper zurückgezogen wird (Fig. 444). Der *Aculeus*, der naturgemäß dem Männchen fehlen muß, steht mit einer Giftdrüse in Verbindung, welche Ameisensäure enthält; Ursache der giftigen Wirkung ist eine nicht näher bekannte basische Substanz, welche vielleicht in einer kleineren accessorischen Drüse bereitet wird.

Die Unterschiede von *Terebra* und *Aculeus* liefern systematisch gut verwertbare Merkmale; von weiterer systematischer Bedeutung ist die Entwicklung, welche eine holometabole ist. Zwar sind die Puppen überall im wesentlichen gleich (*P. liberae*), dagegen kennt man zweierlei Larvenformen. Einige *Hymenopteren* haben Larven mit wohlentwickelten Beinen, vielfach sogar Raupen von lebhaft grüner Färbung, die sich von Schmetterlingsraupen durch die große Zahl der Afterfüße unterscheiden; andere *Hymenopteren* besitzen fußlose Maden (Fig. 58). Raupen finden sich, wo sich die Larve selbst ihr Futter sucht, Maden dagegen, wo die Larve im Übermaß von Nahrung aufwächst, sei es, daß sie dieselbe von den Imagines zugetragen bekommt, sei es, daß sie parasitisch lebt. Auf Grund der Unterschiede im Bau der Larven und der Anhänge des weiblichen Abdomens kann man 3 Unterordnungen aufstellen:



Fig. 442. *Sirex gigas* (nach Taschenberg).

I. Unterordnung. *Terebrantien*. Weibchen mit Legeröhren, Larven raupenartig oder doch wenigstens mit Thoracalfüßen versehen, erstes Abdominalsegment nicht mit dem Thorax verwachsen. Die Eier werden an Blätter oder an Holz abgelegt, wobei es gewöhnlich nicht zur Gallenbildung kommt. Die Larve bedarf daher, um sich zu ernähren, der Ortsbewegung. Die *Tenthrediniden*-Larven (Blattwespen) fressen wie Schmetterlingsraupen Blätter und sehen ihnen daher auch ähnlich (*Lophyrus pini* L. auf Fichten); die *Uroceriden*-Larven (Holzwespen) bohren im Holz und haben wie alle im Dunkeln lebenden Larven weißliche Farbe. *Sirex gigas* L. (Fig. 442).

II. Unterordnung. *Entophagen*. Weibchen ebenfalls noch mit einer Legeröhre versehen, Larve dagegen madenartig, ohne Beine, parasitisch in Gallen oder in Tieren. Die *Entophagen* benutzen zum Teil ihre Legeröhre, um ihre Eier in Blätter, Wurzeln oder Stengel von Pflanzen einzubohren; unter dem Einfluß der sich entwickelnden Larven entstehen Gallen, krankhafte Auswüchse, von denen sich die Larven ernähren. Zum



Teil impfen sie ihre Eier mit der Legeröhre anderen Insekten und Insektenlarven ein oder kleben sie ihnen äußerlich an. Die ausschlüpfenden jungen Tiere fressen das Innere ihres Wirtes aus und verursachen dessen Tod, der bei vielen Insektenlarven schon vor Beendigung der Metamorphose eintritt. Gallen erzeugende Hymenopteren sind die *Cynipiden* (*Cynips gallae tinctoriae* Oliv. ist die Ursache zur Bildung der zur Tintenfabrikation dienenden Galläpfel, *Rhodites rosae* L. Ursache des Rosenkönigs). Bei vielen *gallicolen Entophagen* findet sich Heterogonie, indem verschieden gebaute und durch verschiedene Form der Gallen unterschiedene geschlechtliche und parthenogenetische (agame) Generationen miteinander alternieren. So erzeugt die geschlechtliche Generation *Teras terminalis* an jungen Eichentrieben, schwammige Gallen, die dazu gehörige agame Generation *Biorhiza aptera* Wurzelgallen. Als Insektenfeinde sind von großer Bedeutung die *Ichneumoniden* (*Pimpla instigator* Fabr.) und *Braconiden* (*Microgaster glomeratus* L.), indem sie oft der Ausbreitung von verheerenden Insekten (wie der Nonnen, der Kohlweißlinge) ein Ziel setzen.

III. Unterordnung. *Aculeaten*. Weibchen mit Stachel, Larven madenartig. — Der Stachel dient zum Angriff und zur Verteidigung, beides im Interesse der jungen Brut, welche hilflos ohne Extremitäten auf das ihnen zugetragene Futter angewiesen ist. Die Grab-

wespen *Fossorien*  
(*Sphex maxillosa*

Fabr.), bauen in der Erde oder im Holz tönnchenartige Behälter, in welche sie die Eier legen. In die Behälter tragen sie zur Nahrung andere Insekten hinein, welche sie durch einen Stich in das Bauchmark lähmen oder töten. Die gleiche Brutversorgung findet sich noch bei manchen *Vesparien* (Gattung *Eumenes*). Bei den meisten Wespen und Bienen, *Vesparien* (*Diplopteren*) und *Apiarien*, dagegen herrschen andere Verhältnisse; es werden kunstvollere Bauten errichtet aus gekautem Holz (*Wespen*), oder aus zurecht geschnittenen Blättern, Erde etc., oder aus Wachsblättchen, welche die Tiere zwischen den Abdominalschienen selbst ausscheiden (*Bienen*). Die Behälter, welche die junge Brut mit ihrer Nahrung beherbergen sollen, sind entweder einzelne Tönnchen oder hexagonale Zellen, welche zu horizontal (*Wespen*) oder senkrecht (*Bienen*) stehenden Waben vereint sind. Da zur Nahrung vorwiegend oder ausschließlich vegetabilische Substanzen, wie Honig, Blütenstaub, gekaute Früchte, dienen, ist nunmehr die einzige Aufgabe des Stachels die Abwehr der Feinde. Es gibt außer solitären *Wespen* zahlreiche solitäre *Apiarien* (*Xylocopa violacea* Holzbiene, *Chalicodoma muraria* Mörtelbiene, *Megachile ceticularis* Rosenschneiderin). Der Umstand, daß die Mutter bei ihrer Brut verbleibt, bis dieselbe aus der Puppe ausschlüpft (*Halictus*-Arten), hat wahrscheinlich die bei Hummeln, Wespen und Bienen zu verschiedengradiger Vollkommenheit gediehene Staatenbildung veranlaßt. Das Bienenvolk (*Apis mellifica* L.), welches in einem gemeinsamen Stock lebt, besteht aus dreierlei, durch verschiedenen Bau des Kopfes und anderweitige Merkmale unterschiedenen Indi-

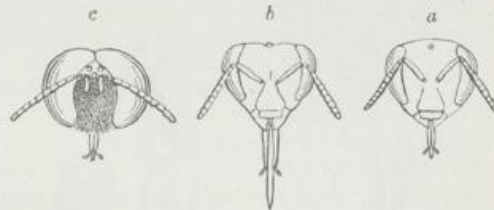


Fig. 443. Köpfe von *Apis mellifica*. a Königin, b Arbeiterin, c Drohne mit großen, median zusammenstoßenden Facettenaugen (nach Boas).



viduen (Fig. 443): einer Königin (Weisel), einigen hundert Drohnen, den männlichen Bienen, und etwa 30000 (kurz vor der Schwärmzeit sogar 60000) Arbeitsbienen. Letztere sind Weibchen und als solche mit dem Stachel versehen; sie haben aber functionsunfähige, rudimentäre Geschlechtsorgane und nur die Aufgabe, den Stock zu bauen, zu verteidigen und in ihm Futter für den Winter und zur Aufzucht der Brut zu sammeln, Honig, den sie aus den Nectarien der Blumen mit ihrem Rüssel aufsaugen, Pollen, den sie mit dem starkbehaarten ersten Tarsalglied (Bürstchen) abkehren und in dem Körbchen, einer Grube der Tibia (beide am letzten Beinpaare), nach Hause tragen (Fig. 445). Das Geschäft des Eierlegens bleibt der Königin vorbehalten, welche nur einmal beim Beginne ihres Regiments begattet wird, wenn sie sich mit den Drohnen auf den Hochzeitsflug begeben hat; für ihre vierjährige Lebensdauer bewahrt sie das Sperma im Receptaculum seminis. Je nachdem aus demselben die Eier bei der Ablage mit Sperma versehen werden oder nicht, entwickeln sie sich zu weiblichen oder männlichen Bienen. Eine Königin, die nicht befruchtet wurde oder ihr Receptaculum völlig entleert hat, ist „drohnen-

Fig. 444.

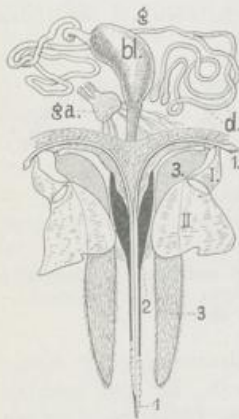


Fig. 445.



Fig. 444. Stachel der Biene herauspräpariert und von unten betrachtet. *d* Giftdrüse, *g* Ausführgang derselben, *bl* Giftblase, *ga* letztes Ganglion des Bauchmarks, *1* Stiletts, *2* Stachelscheide, *3* Winkelstück, *II* quadratische Platte, Angriffspunkte für die den Stachel bewegenden Muskeln (nach Packard und Cheshire).

Fig. 445. Hinterbein der Arbeitsbiene. *A* von außen, *B* von innen (nach Hommel). *ti* Tibia, *k* Körbchen, *ta¹* erstes Tarsalglied auf der Innenseite mit dem Bürstchen, *ta⁵* fünftes Tarsalglied.

brütig“; sie kann nur Drohneneier produzieren. Das weitere Schicksal der befruchteten Eier hängt von der Ernährung der Larven ab; sie werden bei spärlicher Kost zu Arbeiterinnen, zu Königinnen dagegen, wenn sie in besonders großen Zellen (Weiselwiegen) abgelegt und demgemäß auch mit reichlicherem und besserem Futter versehen werden. 7–8 Tage bevor aus einer Weiselwiege eine junge Königin ausschlüpft, verläßt die vorhandene Königin mit einem Teil des Volkes (Vorschwarm) den Stock, um einen neuen Staat zu gründen. Das Schwärmen kann sich noch ein-, auch noch zweimal wiederholen (Nachschwärme), wenn genug Bienenvolk vorhanden ist, andernfalls wird eine übermäßige Verkleinerung des Arbeiterbestandes durch Töten der noch nicht ausgeschlüpften Königinnen verhindert. Die Staaten der bei uns vorkommenden *Wespen* und *Hummeln* sind einjährig und werden in jedem Frühjahr durch ein überwintertes befruchtetes Weibchen neu gegründet; in den Tropen gibt es perennierende Staaten, wie bei den *Bienen*.

Noch vorgeschrittener in der Staatenbildung als die *Bienen* sind die *Ameisen*, *Formicarien*, welche sich von den übrigen *Hymenopteren*



am meisten entfernen, indem die Flügel bei einem Teil, den Arbeitern (selten auch bei einem der beiden Geschlechtstiere), verloren gehen. Ein Stachel findet sich im functionsfähigen Zustand bei *Myrmicinen* und *Ponerinen*; bei den *Dorylinen* und mehr noch den *Dolichoderinen* ist er in Rückbildung begriffen; den bei uns am meisten verbreiteten Arten, den *Camponotinen* fehlt er; dieselben beißen und spritzen das Secret (Ameisensäure) der Giftdrüse, welche trotz Rückbildung des Stachels erhalten bleibt, in die Wunde. Die Bauten der Ameisen sind weniger kunstvoll als die der Bienen, ihre staatlichen Einrichtungen häufig komplizierter. Man unterscheidet ungeflügelte Arbeiter (rudimentäre Weibchen mit Flügelanlagen im Larvenleben, welche bei der Verpuppung verloren gehen), häufig sogar verschiedene Formen derselben (großköpfige Soldaten und kleinköpfige Arbeiter, „Honigtöpfe“ von *Myrmecocystis*), und geflügelte Geschlechtstiere, die sich auf dem Hochzeitsflug begatten. Die begatteten Weibchen (Königinnen) gründen neue Kolonien, indem sie sich nach Verlust der Flügel ein allseitig geschlossenes Nest, den „Kessel“ erbauen; sie können z. B. bei *Dorylinen* ähnlich den Termitenweibchen so enorm anschwellen, daß sie für Repräsentanten ganz anderer Gattungen gehalten wurden. Da in einem Staat häufig eine größere Zahl von Königinnen vorhanden ist, liegt kein Grund vor, durch Ausschwärmen das Volk zu teilen. Daher kann ein Ameisenvolk sich ganz enorm vermehren und Kolonien aussenden, welche ihre Zusammengehörigkeit mit dem Mutterstaat bewahren, aber auch zu unabhängigen Staaten sich organisieren können. Meist stehen mit den Ameisenstaaten anderweitige Insekten (*Myrmecophilen*) in Verbindung, wie die *Aphiden*, welche wegen ihrer Honig enthaltenden Fäcalien gepflegt werden. Viele Ameisen ziehen die geraubten Puppen anderer Arten auf und benutzen die auskriechenden Imagines als Sklaven. *Polyergus rufescens* Latr. ist sogar auf diese Sklaverei angewiesen, da sie von den Sklaven gefüttert wird und ohne sie verhungert. Sehr interessant sind die Ameisen durch ihre planmäßig unternommenen Kriegszüge (*Eciton*: *E. legionis* Bates), durch ihre Beziehungen zu Pflanzen, denen einige Arten (*Atta cephalotes* Fab., „Blattschneiderameisen“) die Blätter rauben, während andere (*Azteca instabilis* Smith) sie wieder gegen die Angreifer verteidigen. Den verteidigenden Ameisen bietet die schutzbedürftige Pflanze meist Zufluchtsstätten in Hohlräumen der Internodien oder der Stacheln, welche sich durch besondere Mündungen, die Ausfalltore der Verteidiger, nach außen öffnen. Die Blattschneiderameisen zerkauen die geraubten Blätter, um auf dem so gewonnenen Material in unterirdischen Gallerien Pilze zu züchten, von denen sie leben.

#### VII. Ordnung. Rhynchoten, Schnabelkerfe.

Die *Rhynchoten* sind in ihrem äußeren Habitus am ähnlichsten den *Orthopteren* und *Archipteren*. Ähnlich ist die Art, wie Kopf, Thorax und Abdomen aneinandergesetzt sind, ähnlich die hemimetabole Entwicklung, die bei Rückbildung der Flügel zur ametabolen wird. *Rhynchoten* mit starren, lederartigen Flügeln, wie die *Cicaden*, können, besonders wenn sie noch Sprungbeine besitzen, leicht mit Heuschrecken verwechselt werden, während andere Arten, wie die *Aphiden*, durch die zarte Structur und die Gleichartigkeit ihrer Flügel an *Archipteren* erinnern. Unterscheidend sind in allen Fällen die zu einem Stechrüssel umgewandelten Mundgliedmaßen. Die Unterlage des Rüssels ist eine meist viergliedrige, von der Unterlippe gebildete Rinne, deren Spalt durch die Oberlippe



geschlossen wird, während im Innern Mandibeln und Maxillen — letztere noch zu einem besonderen Saugrohr vereint — als 4 Stechborsten liegen. Nach der Ausbildung der Flügel sind leicht 3 Unterordnungen zu unterscheiden.

I. Unterordnung. *Hemipteren* (*Heteropteren*), Wanzen. Die Wanzen (Fig. 446) besitzen eine nur ihnen zukommende Beschaffenheit der Vorderflügel; dieselben sind Hemielytren, d. h. sie sind lederartig an der Basis, weich und elastisch an der Spitze. Zwischen den Hemielytren



Fig. 446. *Pentatoma rufipes*. *a* mit ausgebreiteten, *b* mit geschlossenen Flügeln, *s* Scutellum (aus Hayek).

liegt ein ansehnliches Scutellum (*s*), ein dreieckiges Stück, welches bei Schildwanzen den Rücken mehr oder minder vollkommen deckt. Da nun Scutellum wie Hemielytren, wenn auch selten, rückgebildet sein können, muß als weiteres, weitverbreitetes Merkmal der Stinkapparat erwähnt werden, ein Drüsenapparat, welcher den Wanzen ihren meist widerlichen Geruch verleiht und ventral am Metathorax (bei Lar-

ven dorsal am Abdomen) mündet. Nach dem Aufenthaltsort gruppiert man die zahlreichen Familien in die Wasser- und Landwanzen, *Hydrocores* und *Geocores*. Zu den ersteren gehören die äußerst schmerzhaft stechenden, großen Skorpionwanzen, *Nepiden* (*Nepa cinerea* L., *Ranatra linearis* L., *Notonecta glauca* L.), zu letzteren die Schild- oder Baumwanzen, *Pentatomiden* (*P. rufipes* L. [Fig. 446] und die Hautwanzen *Membranacenen*. Die bekannteste Hautwanze (der Name bezieht sich auf die Abplattung des Körpers) ist die Bettwanze *Acanthia lectularia* L. Auf der Oberfläche von Teichen etc. leben die *Hydrodromici* (*Hydrometra lacustris* L.).

II. Unterordnung. *Homopteren*. Die Vorder- und Hinterflügel der Homopteren sind, sofern nicht ein oder beide Paare rückgebildet sind, von gleichartiger Struktur, wenn auch nicht immer von gleicher Größe; entweder sind sie ähnlich den Flügeln der Heuschrecken, pergamentartig: *Cicadarien*, oder sie sind äußerst zart: *Phytophthiren*. Sehr häufig sondern die Tiere durch Hautdrüsen wachsartige Substanzen ab, welche den Körper mit einem Flaum überziehen und nicht selten technisch verwertet werden. — Zu den *Cicadarien* gehört vor allem die Familie der *Stridulantien*, welche im männlichen Geschlecht laut schallende Tonapparate besitzen (von einem Deckel geschützte Trommelfelle am Abdomen, die durch Muskeln in Schwingungen versetzt werden). *Cicada plebeja* Scop., die Singcicade Südeuropas; *Cicada orni* L. (Fig. 447), bewirkt durch ihren Stich an Eschen den Ausfluß von Manna. Eine weitere Familie hat einen an eine Laterne erinnernden, jedoch nicht leuchtenden Aufsatz: *Fulgorinen* (*Fulgora laternaria* L.). — Die *Phytophthiren* (Fig. 449) sind den Pflanzen schädlich, deren Blätter, Stämme und Wurzeln sie anstecken, wobei häufig Gallen entstehen. Man kennt 2 Familien, *Cocciden* und *Aphiden*. Bei den *Cocciden* oder Schildläusen sterben die flügellosen Weibchen nach der Eiablage ab und decken die Eier mit ihrem schildförmigen Körper, der bei manchen Arten zuvor eine Wachsschicht ausgeschieden hat; sie produzieren vielfach Farbstoffe von großer Beständigkeit. Bei den mit Flügeln ausgerüsteten Männchen kommt ein



Puppenstadium vor. *Coccus cacti* L., Cochenillelaus, *Coccus lacca* Fabr. auf *Ficus religiosa*; erstere liefert das Rohprodukt für den Karmin, letztere den Schellack. *Aspidiotus perniciosus* Comst., St. José-Schildlaus, Obst- und anderen Bäumen gefährlich. Die *Aphiden* oder Blattläuse sind weichhäutig, bilden durch ihre klebrigen, Honig enthaltenden Excremente auf Blättern ein günstiges Substrat für Pilzwucherungen (schädlicher Mehltau). Zwei über den Körper hervorragende sogen. Honigröhren sondern eine wachsartige, zur Verteidigung dienende Substanz ab. Die allgemein vorherrschende, bei manchen Arten (*Chermes viridanus*) vielleicht allein vorkommende parthenogenetische Fortpflanzung ist Ursache einer enormen Vermehrung, die lange Zeit lokalisiert bleibt, da die meisten (häufig viviparen) Weibchen flügellos sind. Zeitweilig auftretende geflügelte Weibchen führen dann zur weiteren Ausbreitung (Fig. 449).

Fig. 447.

Fig. 449.



Fig. 448.

Fig. 447. *Cicada orni* (aus Schmarda).Fig. 448. *Phthirus inguinalis* (nach Leuckart).

Fig. 449. *Phylloxera vastatrix*. 1 geflügelte Generation, 2 ein Stück Wurzel mit Nodositäten (a) von einem von *Phylloxera* befallenen Weinstock, 3 ungeflügelte Wurzelgeneration (aus Leunis-Ludwig).

Im Herbst erscheint die Geschlechtsgeneration, deren große, befruchtete Eier überwintern. *Aphis rosae* L. Die besondere Unterfamilie der *Chermiden* oder Rindenläuse, an Wurzeln und Stengeln saugend, ist berüchtigt durch die dem Weinstock so verderbliche Reblaus, *Phylloxera vastatrix* Pl. (Fig. 449). *Chermes abietis* Kltb. erzeugt die wie kleine Zapfen aussehenden Tannengallen. Bei manchen *Phytophthiren* scheint in Correlation zur geringen Körpergröße das Herz rückgebildet zu sein.

III. Unterordnung. *Apteren*, Läuse, flügellose Tiere mit Klammerfüßen und direkter Entwicklung, bekannt durch die auf dem Menschen schmarotzenden blutsaugenden *Pediculiden*. Die auffallend großen Eier (Nissen) werden an die Haare angeklebt. *Pediculus capitis* de Geer und *P. vestimentorum* Burm., beide mit langgestrecktem Abdomen, letztere Art bei enormer Vermehrung Ursache der Phthiriasis oder Läusesucht. *Phthirus inguinalis* L. (*pubis* Redi) mit gedrungenem Abdomen (Fig. 448).



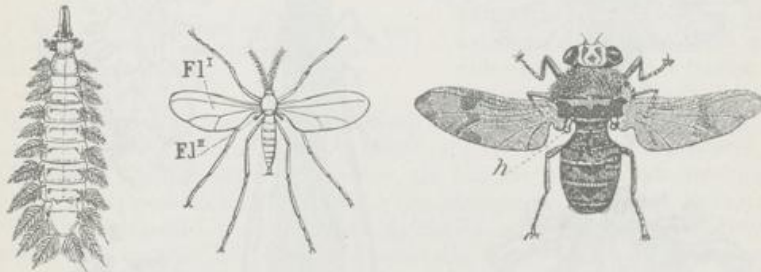
## VIII. Ordnung. Dipteren, Zweiflügler.

Mit den *Rhynchoten* werden die *Dipteren* von manchen Zoologen als Pungentien, d. h. Insekten mit stechenden Mundteilen, vereinigt. In der Tat ist eine Ähnlichkeit der Mundgliedmaßen nicht zu verkennen, da die Unterlippe gemeinsam mit der Oberlippe einen Rüssel (Haustellum) bildet, in welchem Mandibeln, Maxillen und ein Fortsatz der Unterlippe, der Hypopharynx, als Stilets eingeschlossen liegen. Im einzelnen sind jedoch manche Unterschiede vorhanden, so z. B. daß die Maxillen wohlentwickelte Taster tragen (Fig. 417), daß ferner zur Bildung des Saugrohrs Oberlippe (nebst Epipharynx) und Hypopharynx, oft auch Mandibeln zusammentreten. Mandibeln und Maxillen sind häufig rückgebildet (*Musciden*), besonders im männlichen Geschlecht. Zu diesen untergeordneten Differenzen kommen noch 3 sehr wichtige weitere Merkmale, die eine völlige Sonderung der *Dipteren* nötig machen (Fig. 451, 452): 1. Von den Flügeln ist nur das vordere Paar gut entwickelt, das

Fig. 450.

Fig. 451.

Fig. 352.

Fig. 450. Larve von *Anthomyia canicularis* (nach Leuckart).Fig. 451. *Cecidomyia* Weibchen (nach Nitsche), *FI* Vorderflügel, *FI'* Halteren.Fig. 452. *Gastrophilus equi*, *h* Halteren (nach Hayek).

zweite ist von den Halteren ersetzt, kleinen, wie Paukenschlägel mit einer Anschwellung endenden Fortsätzen, welche durch ihren Reichtum an Nerven sich als Sinnesorgane zu erkennen geben und für die Erhaltung des Gleichgewichts beim Flug von Wichtigkeit sind. 2. Ähnlich wie bei *Hymenopteren* ist der Thorax ein gegen Kopf und Abdomen scharf abgesetztes einheitliches Stück, dessen 3 Ringe oft untereinander verschmolzen sind. 3. Die Entwicklung ist eine holometabole; in ihrem Verlauf treten zweierlei Larven und zweierlei Puppen auf. Die Larven sind stets fußlos, haben aber entweder einen besonderen Kopfabschnitt mit beißenden Mundgliedmaßen, oder sie sind kopflos und haben einen rudimentären Saugapparat öfters mit 2 Haken (Fig. 450). Die Puppen sind in entsprechender Weise entweder freie Puppen mit großer Beweglichkeit oder sie sind Tönnchenpuppen. Gibt uns somit die Entwicklungsgeschichte auffallende, systematisch gut verwertbare Merkmale an die Hand, so werden dieselben wesentlich ergänzt durch Unterschiede in der Länge oder Kürze der Beine, der Fühler, des Rüssels und durch Unterschiede in der Körpergestalt (Mücken- und Fliegentypus).

I. Unterordnung. *Nemoceren*. Mücken. Die Tiere sind langgestreckt mit langen, vielgliederigen Fühlern, langem Rüssel, langen Beinen. Die Larven leben an feuchten Orten oder im Wasser, wo sie



beim Mangel der Füße mittelst zuckender Körperbewegungen schwimmen und mit kräftigen Freßwerkzeugen Beute erjagen. Die freie Puppe kann ebenfalls lebhaft im Wasser herumschwimmen. Die wasserbewohnenden Larven haben zwei Atemröhren am hinteren Ende, die Puppen vorn auf dem Rücken. Die bekanntesten Mücken sind die unschädlichen *Tipuliden* (*Tipula gigantea* Schr.) und die empfindlich stechenden Kriebelmücken (*Simuliden*) und Stechmücken oder Schnaken, auch *Moskito's* genannt, *Culiciden* (ca. 500 Arten, darunter *Culex pipiens* L. und die die Malaria verbreitenden *Anopheles*-Arten; *Stegomyia fasciata* vermittelt die Übertragung des gelben Fiebers). Durch ihre Pädogenese haben einige *Cecidomyiden* (Fig. 451) der Gattung *Miastor* das Interesse auf sich gelenkt (Fig. 424). *Cecidomyia destructor*, Hessenfliege, dem Getreide schädlich.

II. Unterordnung. *Tanystomen*. In der gedrungenen Körpergestalt und den meist kurzen Fühlern und Beinen gleichen die *Tanystomen* den *Muscarien*, mit denen sie früher vereinigt wurden; sie unterscheiden sich von ihnen und nähern sich den *Nemoceren* durch den langen Rüssel und durch ihre Entwicklung. Larven und Puppen leben beweglich in feuchter Erde: erstere haben beißende Mundgliedmaßen. *Tabaniden*, Bremsen, *Tabanus bovinus* L. Die weiblichen Tiere verfolgen mit ihren schmerzhaften Stichen Rinder, Pferde und Menschen.

III. Unterordnung. *Muscarien* (*Brachyceren* nach Ausschluß der *Tanystomen*). Die „Fliegen“ haben einen gedrungenen Kopf, kurze, dreigliedrige Fühler mit einer Borste (Arista), kurze Beine, die mit Haftlappen (Pulvillen) enden. Ihre kopflosen Larven leben in faulenden Substanzen oder parasitisch in anderen Tieren: die Puppen sind Tönnchenpuppen. *Musciden*: *Musca domestica* L. *Musca (Calliphora) vomitoria* L., Schmeißfliege, legt die Eier an Leichen oder rohem Fleisch ab; *Tachina fera* L.: Larven leben in Schmetterlingsraupen; *Anthomyia canicularis* L.: die gewöhnlich auf faulenden pflanzlichen Stoffen lebende Larve (Fig. 450) kann im menschlichen Darm schmarotzen; *Sarcophaga carnaria* L. vivipar. *Glossina morsitans* überträgt die Naganaseuche, *Gl. palpalis* die Schlafkrankheit (S. 177). *Ocstriden*: die Larven leben stets parasitisch, z. B. in den Dasselbeulen des Rindes (*Hypoderma bovis* L.) oder in Geschwüren des Pferdemaßens (*Gastrophilus equi* Fab.) (Fig. 452). *Dermatobia cyaniventris* Macquart, Larven in den Tropen häufig in der Haut des Menschen. *Syrphiden*: *Eristalis tenax* L., Larven mit langer schwanzartiger Atemröhre in Kloaken.

IV. Unterordnung. *Pupiparen*. Die sehr beweglichen Tiere leben parasitisch auf dem Körper von Säugetieren und Insekten und haben häufig ihre Flügel gänzlich eingebüßt. Die Larvenentwicklung verläuft im Uterus der Mutter, so daß die Larven kurz nach der Geburt sich verpuppen können. *Braula coeca* Nitzsche, Bienenlaus, ein sehr verbreiteter Parasit der Honigbiene; *Melophagus ovinus* L.; *Hippobosca equina* L.



Fig. 453. *Pulex irritans* (nach Blanchard).

#### IX. Ordnung. Siphonapteren, Aphanipteren, Flöhe.

Mit den *Dipteren* wurden trotz des Mangels der Flügel die *Aphanipteren* (*Siphonapteren*) oder Flöhe vereinigt, weil man mit Recht annahm, daß die Tiere von beflügelten Formen abstammen. Letzteres läßt sich aus der holo-



metabolen Entwicklung schließen, in deren Verlaufe lange, fußlose, in faulendem Holz oder Kehrlicht lebende Larven und freie Puppen auftreten, beide allerdings ohne Andeutung von Flügelrudimenten. Wichtige Einwände gegen die Vereinigung mit den *Dipteren* ergeben sich jedoch aus der breiten Verbindung des Thorax mit Kopf und Abdomen (Fig. 453) ferner aus dem Umstand, daß das Haustellum fehlt. Das Saugrohr wird von den Oberkiefern und der Oberlippe gemeinsam gebildet, während die messerartigen Maxillen zum Einschneiden der Haut dienen. Außer dem Menschenfloh *Pulex irritans* L. kennt man viele auf anderen Tieren schmarotzende *Puliciden*. Ein auch den Menschen befallender Parasit der Tropen ist der Sandfloh, *Sarcopsylla penetrans* L., dessen Weibchen sich mit dem vorderen Ende in die Finger- und Zehenhaut unter den Nägeln einbohrt und hier die Eier ablegt.

#### X. Ordnung. Lepidopteren, Schmetterlinge.

Unter sämtlichen Insekten ist die Ordnung der *Lepidopteren* oder Schmetterlinge am schärfsten umschrieben. Die Flügel, welche in beiden Paaren gut entwickelt sind oder nur selten — den Weibchen der *Psychiden*, von *Orgyia*, *Solenobia* — fehlen, haben mehr oder minder lebhaft und prächtige Farben; sie sind mit Schuppen bedeckt, welche nichts anderes sind als blattartig umgewandelte Haare. Häufig sind die Hinterflügel mit Borsten (Frenulum) an das Retinaculum der viel stärkeren Vorderflügel befestigt. Da der Mesothorax demgemäß sehr ansehnlich ist, fügen sich der kleine Pro- und Metathorax ihm an und bilden mit ihm einen besonders gegen den Kopf scharf gesonderten Körperabschnitt. Die Mundgliedmaßen (Fig. 416) haben eine höchst eigentümliche, allerdings bei *Phryganiden* schon vorbereitete und andererseits bei *Microlepidopteren* noch nicht vollentwickelte Beschaffenheit, indem die Mandibeln rudimentär sind oder fehlen, die stark verlängerten Maxillarladen dagegen den einrollbaren Rüssel erzeugen. Kiefer- und Lippentaster sind vorhanden, erstere aber sehr viel kleiner als letztere, manchmal ganz rückgebildet. Die Entwicklung ist holometabol; die homonom gegliederten Raupen (Fig. 428) haben kauende Mundgliedmaßen, besonders kräftige Mandibeln, endlich im Innern die Sericterien, ein Paar Drüsen, die gemeinsam an der Unterlippe münden und namentlich bei der Verpuppung zum Aufhängen des Körpers oder zur Bildung des Cocons ein zu Seidenfäden erhärtendes Secret liefern. Meist sind außer den 3 Thoracalbeinen 3—5 mit Haken bewaffnete Pedes spurii vorhanden. Die Puppen sind gedeckt, selten frei (*Micropteryx*).

I. Unterordnung. *Microlepidopteren*, Motten. Kleine, meist unscheinbare Schmetterlinge, welche beim Sitzen die Flügel horizontal zusammenschlagen, die vorderen über die hinteren; Maxillartaster auffallend groß, Rüssel klein. *Tineiden*, Schaben: die Raupen bauen sich aus ihrem Futtermaterial eine Röhre, welche sie mit sich herumtragen. *Tinea pellionella* L., Kleider- und Pelzmotte; *Tortriciden*, Wickler; die Raupen wickeln oft Blätter zu einer Röhre zusammen (*Tortrix viridiana* L.). Die Larven mancher *Tortriciden* veranlassen die Wurmstichigkeit der Früchte (*Carpocapsa pomonella* L. in Äpfeln, *Graptolitha funebrana* L. in Zwetschgen). Primitive Formen sind die *Eryoccephaliden* und die durch ihre Puppen an *Trichopteren* erinnernden *Micropterygiden*.

II. Unterordnung. *Geometrinen*, Spanner. Schmetterlinge schlank, mit Flügeln, die durch Schnitt und Farbe an die Tagsschmetterlinge er-



innern, aber horizontal zusammengeschlagen werden; weitere Unterschiede sind die kleine Rollzunge und die borstenförmigen Fühler. Raupen mit nur 2, selten 3 Paar Afterfüßen, durch eigentümliche Fortbewegung ausgezeichnet. *Geometra papilionaria* L. *Abraxas grossulariae* L.

III. Unterordnung. *Noctuinen*, Eulen. Schmetterlinge von gedrungenem Körperbau mit meist grauen, durch Flecke und zickzackförmige Linien ausgezeichneten Vorderflügeln, welche in der Ruhe die manchmal lebhaft gefärbten Hinterflügel (Ordensbänder; *Catocala fraxini*, *C. nupta* L. etc.) decken. *Noctua* (*Tryphaena*) *pronuba* L.

IV. Unterordnung. *Bombycinen*, Spinner. Körper plump, wollig behaart, mit meist trübgefärbten, breiten, ab und zu im weiblichen Geschlecht (*Psychiden*, *Orgyia*) fehlenden Flügeln, Rüssel häufig rudimentär, Fühler beim Männchen doppeltgekömmt; Raupen haarig, durch stark entwickeltes Spinnvermögen ausgezeichnet. Zur Seidenfabrikation werden verwertet die Cocons von *Bombyx mori* L. (Europa, aus China zu Zeiten Justinians eingeführt), *Attacus polyphemus* (Nordamerika), *Saturnia cyynthia* (Japan und China). Große Verheerungen in Wäldern verursachen *Gastropacha pini* L., Kiefernspinner, *Ocneria monacha* L., Nonne, *Cnethocampa processionaria* L., Prozessionsspinner. Die oft parthenogenetisch sich fortpflanzenden *Psychiden* bauen sich als Larven sackförmige, bei *Ps. helix* L. spiral gewundene Gehäuse; sie stehen wie die *Xylotropha* (Weidenbohrer *Cossus ligniperda*) den Motten nahe.

V. Unterordnung. *Sphingiden*, Schwärmer. Der dicke Körper trägt langgestreckte, schlanke Vorderflügel und kürzere Hinterflügel, Rüssel sehr lang, Fühler spitz, prismatisch; Raupen glatt mit Afterhorn. *Sphinx convolvuli* L., Windig, *Deilephila euphorbiae* L., *Acherontia atropos* L., Totenkopf. Die *Sesien* ahmen durch ihre glashellen Flügel Bienen, Wespen und Hornissen nach, sollen ebenfalls den Motten nahe stehen.

VI. Unterordnung. *Rhopaloceren*, Tagfalter (Fig. 11, 13). Körper schlank, Flügel beim Sitzen aufwärts geschlagen, damit die gewöhnlich dunklen Unterseiten die bunt gefärbten Oberseiten verdecken; Rüssel gut entwickelt, Fühler mit keulenförmigen Enden, Raupen meist dornig, Puppen nur mit einem Faden aufgehängt. Nicht selten überwintern die Imagines. *Vanessa urticae* L., Fuchs, *Pieris brassicae* L., Kohlweißling, *Doritis Apollo* L., *Papilio Machaon* L., Schwalbenschwanz.

## V. Klasse.

### Arachnoideen, Spinnentiere.

Unter dem Namen *Arachnoideen* faßt man eine Anzahl größerer und kleinerer Ordnungen zusammen, die sich um die Hauptabteilung der Weberspinnen oder *Araneen* gruppieren. Letztere zeigen die Merkmale der Klasse am schönsten entwickelt, während bei anderen Ordnungen, so namentlich bei *Solpugen*, das Charakteristische erst in Entwicklung begriffen ist, bei dritten Formen, wie den *Milben* und *Zungenwürmern*, dagegen sich schon wieder verwischt hat. Bei der allgemeinen Besprechung werden wir uns daher an die *Araneen* und verwandte Formen zu halten haben (Fig. 454).

Der Spinnenkörper ist durch eine deutliche, häufig sogar tief eingeschnittene Kerbe in den Cephalothorax (Prosoma) und das Abdomen (Opisthosoma der neueren Autoren) abgeteilt. Da das Abdomen keine Extremitäten trägt, kann die Zahl seiner Segmente nur dann, wenn die

Körper-  
bildung.

Extremitäten.



Grenzen noch erhalten sind, sicher bestimmt werden. In diesen Fällen, die im allgemeinen selten sind, schwankt die Zahl zwischen 6—8 bei den *Phalangien* und 13 bei den echten *Scorpionen*. Der Cephalothorax ist ein zusammenhängendes Stück, das mindestens aus 6 Segmenten besteht, da es 6 Paar Extremitäten besitzt. 4 Paar Extremitäten werden zur Fortbewegung verwandt; sie sind sehr lang und aus sieben Gliedern zusammengesetzt, von denen das letzte 2 Klauen trägt. Wie für die Insekten die Sechszahl der Beine, so ist für die Arachnoideen die Achtzahl charakteristisch. — Vor den Beinen liegen zwei weitere Extremitätenpaare in der Umgebung des Mundes (Fig. 455): 1. die Kieferfühler (Cheliceren) und 2. die Kiefertaster (Maxillipalpen, früher auch Pedipalpen genannt). Die Kiefertaster sind langgestreckt und beinähnlich; ihr Basalglied (*l*) ist öfters zu einer Kaulade umgewandelt, die übrigen Glieder bilden den Palpus (*p*), der entweder ein Klauen- oder ein Scherentaster ist. Beim

Fig. 454.



Fig. 455.

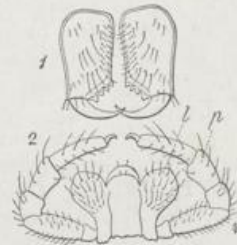


Fig. 454. *Epeira diadema* (nach Taschenberg). *a* das Tier, *b* die Augen vergrößert.

Fig. 455. Mundgliedmaßen von *Epeira diadema*. 1 Kieferfühler, 2 Kiefertaster, *l* Kaulade, *p* Palpus.

Klauentaster ist das letzte Glied eine scharfe, einschlagbare Klaue; beim Scherentaster ist es das bewegliche (im Gegensatz zu dem Flußkrebs) äußere Blatt der Schere, während das innere unbewegliche Blatt durch einen Fortsatz des vorletzten Gliedes geliefert wird (Fig. 360). — Der kurze Kieferfühler besteht bei *Scorpionen*, *Bücherscorpionen*, *Solpugen*, *Schneiderspinnen* und einigen *Pedipalpen* aus 3, sonst nur aus 2 Stücken der Basis und der einschlagbaren Endklaue (Klauefühler); bei manchen Arten wird er zum Scherenfühler, wenn das vorletzte Glied zu einem feststehenden Scherenblatt auswächst. Die Endklaue der Kieferfühler wird beim Angriff dem Gegner in den Körper geschlagen und verursacht eine gefährliche Wunde, da in dem Klauenglied bei weitaus den meisten *Arachnoideen* eine ansehnliche Giftdrüse mündet.

Im Cephalothorax findet sich das Entosternum, eine fibröse feste Masse, welches für die meisten Muskeln als Punctum fixum dient. Im Besitz dieses Skelettstücks sowie in der Zahl und Anordnung der Extremitäten stimmen die *Arachnoideen* in ganz auffälliger Weise mit den *Xiphosuren* überein. Mit Rücksicht hierauf, sowie auf Ähnlichkeiten im Bau der Atmungswerkzeuge und der inneren Organisation halten viele Zoologen beide Gruppen für nahe verwandt (vgl. S. 458 die *Limulus*-



theorie). Man bezeichnet beide Gruppen gemeinsam als *Aceraten*, weil keine Antennen vorhanden sind. Man kann diesen Mangel in zweierlei Weise erklären. Entweder sind die Cheliceren die umgewandelten Antennen — dafür würde ihre präorale Lage sprechen — oder sie entsprechen den Mandibeln, während die Antennen verloren gegangen sind — dafür spricht der entwicklungsgeschichtliche Nachweis, daß, wenn auch keine Antenne, so doch ein ihr korrespondierendes Ganglion gebildet wird, und daß das Chelicerenganglion wie das der II. Crustaceen-Antenne postoral entsteht und erst sekundär hinaufrückt.

Da die *Arachnoideen* ihre Beute meist aussaugen, ist ihr Ösophagus zu einem Saugmagen erweitert. Der folgende Magen ist mit 3—5 oft bis in die Extremitäten eindringenden (bei *Scorpionen* fehlenden) Blindsäcken ausgerüstet. Auch der im Abdomen liegende Darm ist mit Blindsäcken versehen, deren reiche Verästelungen „Leber“ genannt werden. Der Enddarm ist oft zur Rectalblase erweitert. Vor der letzteren münden in den Darm die Vasa Malpighii, die wegen ihrer entodermalen Herkunft von den ectodermalen gleichnamigen Organen der *Insekten* scharf zu unterscheiden sind, wenn sie auch mit ihnen in der excretorischen Function übereinstimmen. Als Excretionsorgane werden ferner die Coxaldrüsen gedeutet, gewundene, den Nephridien der *Anneliden* und *Crustaceen* homologe Kanäle, welche aber offenbar in Rückbildung begriffen sind, da immer nur 1 Paar entwickelt wird, dessen Mündung am 1. oder 3. Bein liegt, vielfach aber postembryonal nicht mehr nachweisbar ist.

Der Ösophagus ist stets von einem sehr engen Schlundring umfaßt, der dorsal aus dem Hirn besteht, ventral aus einer großen Gangliensmasse, in welcher mindestens alle Ganglienpaare des Cephalothorax, meist auch die des Abdomens enthalten sind (Fig. 362 D). Von den Sinnesorganen sind außer den Tasthaaren nur noch die Augen gut bekannt, 2—12 mit großer Linse, zelligem Glaskörper und einer ansehnlichen Retina ausgerüstete Stemmata (Fig. 363). Die große Zahl der Stäbchen in der Retina macht es wahrscheinlich, daß die Augen sehr gut funktionieren. Auch das Gehör scheint gut entwickelt zu sein. Ob aber gewisse mit Nerven in Verbindung stehende Haare, die an verschiedenen Stellen der Taster und der Beine stehen, Sitz der Tonempfindung sind, wie man vermutet hat, ist zweifelhaft. Zweifelhaft ist auch die Function der „leierförmigen Sinnesorgane“, welche in der Haut des Rumpfes und der Extremitäten bei den wichtigsten Gruppen gefunden wurden.

Die Respirationsorgane unterscheiden sich von denen der *Insekten* schon durch die auffallende Lage der Stigmen, welche ventral meist im vorderen Abschnitt des Abdomens zu 4, häufig sogar nur 2 oder 1 Paar, seltener im Cephalothorax liegen. Die Stigmen führen entweder in Tracheenbüschel, wie sie auch sonst bei *Tracheaten* vorkommen (Fig. 458), oder in die für die *Arachnoideen* eigentümlichen Fächertracheen oder Tracheenlungen. Eine Tracheenlunge (Fig. 457, 459) sitzt dem Stigma als

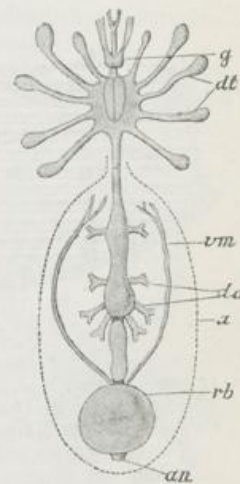


Fig. 456. Darm von *Cteniza caementaria* (aus Lang nach Dugès). *g* Gehirn, *dt* Darmblindsäcke, *da* Lebergänge, *rb* Rectalblase mit Vasa Malpighii (*vm*), *an* After, *a* Abdomen.

Nierensystem,  
Sinnesorgane.

Respirationsorgane



rundlicher Körper auf, der aus zahlreichen Blättern besteht. Dieselben grenzen an einen durch das Stigma nach außen mündenden Luftraum, wie die Blätter eines Buches an den Rücken des Einbandes. Jedes Blatt enthält ein von Chitin ausgekleidetes, spaltförmiges, mit dem Luftraum des Stigma zusammenhängendes Lumen und wurde früher als eine abgeplattete Röhre gedeutet; nach der noch zu besprechenden Limulustheorie würden dagegen die Blätter den in das Körperinnere zurückgezogenen Kiemen der *Xiphosuren* entsprechen.

Wir kennen nun Arachnoideen, welche nur Tracheenbüschel, und andere, welche nur Tracheenlungen haben, dazu endlich Formen, bei denen Tracheenlungen und Tracheenbüschel nebeneinander vorkommen. Dieses Vicariieren von Tracheenbüscheln und Tracheenlungen ist ein Zeichen, daß beide dieselben morphologischen Gebilde sind, entweder die Tracheenlungen modifizierte Tracheenbüschel oder die Tracheenbüschel modifizierte Tracheenlungen; es ist ferner für die Beschaffenheit der Circulationsorgane wichtig. Je mehr die Atmung durch Lungen erfolgt und auf eng begrenzte Partien des Abdomens lokalisiert wird, um so vollkommener ist das System von Blutgefäßen, welches sich zum Herzen gesellt, am vollständigsten bei den ausschließlich durch Lungen atmenden *Scorpionen*. — Das im Abdomen liegende, selbst bis in den Cephalothorax sich er-

Fig. 457.

Fig. 458.

Fig. 459.

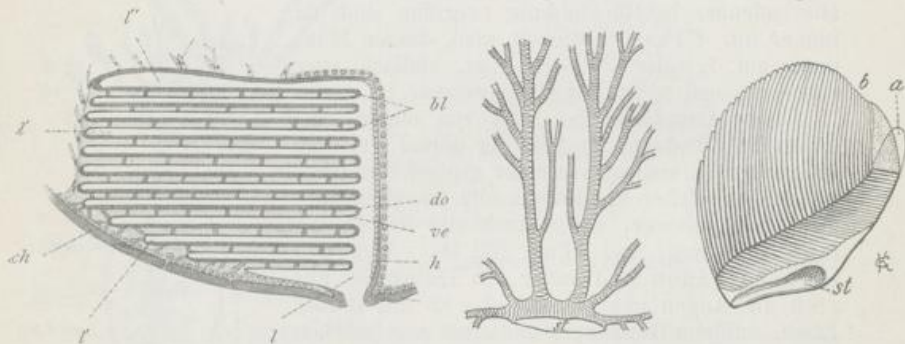


Fig. 457. Längsschnitt durch eine Spinnenlunge, schematisiert (nach Mac Leod). *bl* Lungenblätter, *do* dorsale, *ve* ventrale Seite, *h* hintere Wand des Lungensacks, *l* Luftraum an das Stigma angrenzend, *l'* Luftkammern, *l'* dorsale Luftkammer, *ch* Chitinschicht der Körperoberfläche.

Fig. 458. Anfänge des linken und rechten Tracheenbüschels von *Anyphaena accentuata* mit unpaarem Stigma (*st*) (nach Bertkau).

Fig. 459. Lunge von *Zilla cadophyla*, *st* Stigma, *b* Blätter der Lunge, *a* das zuletzt gebildete Blatt (nach Bertkau).

streckende Herz empfängt durch seitliche Spaltöffnungen das Blut aus dem Pericardialsinus, einem das Herz umgebenden Teil der Leibeshöhle, und gibt es durch eine hintere und vordere verästelte Hauptarterien, sowie durch seitliche paarige Gefäße an den Körper ab. Bei kleineren Formen, wie vielen *Milben*, oder bei Parasiten, wie den *Linguatuliden*, fehlt das Gefäßsystem gänzlich; ebenso pflegt dann auch die Tracheenatmung durch Hautatmung ersetzt zu sein.

Die Geschlechtsorgane der nur ausnahmsweise hermaphroditen *Arachnoideen* sind sehr verschiedenartig, haben aber folgende Grundzüge gemein: paarige, im Abdomen eingeschlossene Geschlechtsdrüsen



geben nach vorn paarige Ausführgänge ab, die sich gewöhnlich an der Basis des Abdomens zu einer unpaaren Mündung vereinen. Wenn die Geschlechtsdrüsen an ihrem hinteren Ende verbunden sind, so wird der ganze Geschlechtsapparat zu einem Ring geschlossen.

Die *Arachnoideen* sind eierlegend, selten lebendig gebärend (*Scorpione* und manche *Milben*); sie sorgen vielfach für ihre Eier und verteidigen sie gegen Angriffe. Die *Scorpione* dehnen diese Fürsorge sogar auf die ausgekrochenen Jungen aus, welche die Mutter auf ihrem Körper mit sich herumträgt. Selten, und auch dann nur bei den weniger charakteristischen Formen der Klasse, wie den *Linguatuliden* und *Acarinen*, findet sich eine Art Metamorphose; dieselbe beschränkt sich darauf, daß zunächst nur 2 oder 3 Extremitäten angelegt werden und daß die fehlenden erst später nachwachsen.

### I. Ordnung. Arthrogastres.

Bei einer Reihe von Formen sind die typischen Merkmale der *Arachnoideen* noch nicht ausgeprägt, sei es, daß das Abdomen gegliedert oder in Unterabschnitte geteilt ist oder einige Segmente des Cephalothorax sich getrennt erhalten, sei es, daß das vorderste der vier Beinpaare noch palpusartig gestaltet ist. Man bildet aus diesen Formen die Ordnung der Arthrogastres und zählt zu derselben einige artenarme, unter sich sehr verschieden gestaltete Gruppen, welche wir in der Reihenfolge besprechen wollen, in der sich der spinnenähnliche Habitus ausprägt.

I. Unterordnung. *Solpugen* oder *Walzenspinnen*. Bei den *Solpugen* ist noch kein Cephalothorax gebildet, da nur die drei ersten Segmente verschmolzen sind, die drei folgenden Thoraxsegmente dagegen sich getrennt erhalten. Die in dieser Körpergliederung zutage tretende Ähnlichkeit mit Insekten wird noch weiter dadurch gesteigert, daß nur die drei thoracalen Extremitäten (Fig. 460 4—6) Klauen tragen und zum Laufen dienen, während das erste Paar Spinnenbeine (3) den Kiefertastern (2) ähnlich ist und zum Tasten verwandt wird. Die Cheliceren (1) sind kräftige, weit über den Kopf hinausragende Scherenfühler. Die Tiere atmen mit vier Paar anastomosierenden Tracheenbüscheln, von denen eines am ersten freien Thoraxsegment mündet, das letzte Paar mit einem unpaaren Stigma am vierten Abdominalsegment. Wie der Name sagt, sind die *Solpugen* (*Solifugen*) nächtliche Tiere, welche tagsüber in ihren im Sand gebauten Nestern leben und nach Sonnenuntergang auf Raub herumschweifen. Sie bewohnen die Steppen, namentlich Südrusslands und besitzen daher das schmutziggelbe Kolorit des Sandes. Lange Haare geben ihnen ein widriges Aussehen; ihr Biß wird von den Einheimischen gefürchtet, ist aber nicht giftig, da die Cheliceren keine Giftdrüse hat. *Galeodes araneoides* Pall. (Fig. 460).



Fig. 460. *Solpuga* (*Galeodes*) *araneoides* (aus Schmarda). 1 Kieferfühler, 2 Kiefertaster, 3 tasterartiges erstes Bein, 4—6 Beine.



II. Unterordnung. **Phrynoideen, Pedipalpen, Geißelscorpione.** Die *Phrynoideen* haben in der Ausbildung der typischen Arachnoideenmerkmale

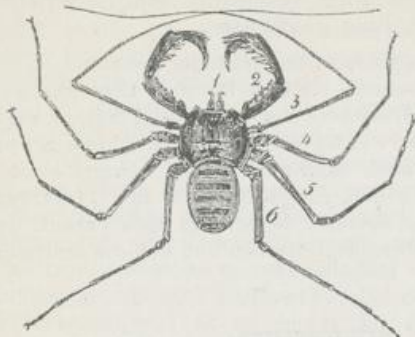


Fig. 461. *Phrynichus (Phrynus) reniformis* (nach Schmarda).

im Vergleich zu den *Solpugen* einen Fortschritt erzielt, indem alle 6 vorderen Segmente zum Cephalothorax verschmolzen sind; sie gleichen aber noch den *Solpugen* und unterscheiden sich von den übrigen Arachnoideen, indem nur die drei hintersten Extremitätenpaare (4—6) zur Fortbewegung dienen, das dritte Paar der Reihe (3) dagegen noch nicht. Dasselbe trägt einen langen, geringelten Anhang, die für die Ordnung charakteristische Tarsengeißel. An die *Scorpione* erinnern die *Phrynoideen* durch die kräftige Ausbildung der zum Ergreifen der Beute dienenden Kiefertaster (2), nur daß dieselben ebenso wie die Kieferfühler (1) nur bei einem Teil der Arten mit Scheren ausgerüstet sind. Zur Atmung dienen 2 Paar Lungen. Die *Phrynoideen* sind wegen ihrer Giftigkeit gefürchtete Bewohner der Tropen, ihre verbreitetsten Gattungen sind *Phrynichus* und *Telyphonus*, von denen *Telyphonus* leicht daran zu erkennen ist, daß sich vom Abdomen ein besonderes, kurzes Postabdomen abgesondert hat, welches in einen langen Faden ausläuft. *Phrynichus (Phrynus) reniformis* L. (Fig. 461). (Zu einem langen, an *Scorpione* erinnernden Schwanz ist das Postabdomen bei den *Microtelyphoniden* oder *Palpigraden* (*Koenenia*) ausgezogen, kleinen Tieren, die, im Besitz zweier freier Thoraxsegmente, an *Solpugen* erinnern.)

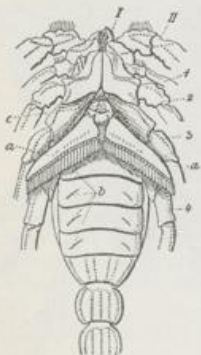


Fig. 462. *Buthus occitanus*, von unten gesehen; von den Extremitäten und dem Postabdomen nur der Anfang dargestellt. I Kieferfühler, II Kiefertaster, 1—4 Beine, a Kämme, b Lungenstigmata, c Geschlechtsöffnung.

III. Unterordnung. **Scorpionideen, Scorpione.** Die *Scorpione* (Fig. 359, 462) haben eine große äußerliche Ähnlichkeit mit dem Flußkrebs und wurden auch lange irrtümlich für Verwandte desselben gehalten, weil sie wie dieser mit 4 Beinpaaren (3—6) sich fortbewegen und davor kräftige Scheren zum Ergreifen der Beute (2) tragen, welche den Kiefertastern der übrigen Arachnoideen entsprechen; scherenförmig sind auch die kleinen Kieferfühler (1). Die Kiefertaster und die zwei ersten Beinpaare sind an ihrer Basis mit Kauladen versehen. Was nun den Scorpionen eine Ausnahmestellung unter den *Arachnoideen* verleiht, ist die eigentümliche Beschaffenheit des Abdomens. An demselben kann man 7 breitere, vordere, dem Cephalothorax dicht angefügte Segmente (Fig. 359 A) und 6 hintere, schmalere, den Schwanz oder das Postabdomen (P), unterscheiden. Das letzte

Segment des Postabdomens ist ventralwärts in einen spitzen Haken (st) umgebogen und umschließt ein Paar mächtiger Giftdrüsen; es ist der



Giftstachel, welcher selbst bei kleineren Arten dem Menschen äußerst schmerzhaft Wunden verursachen und ihm bei den großen tropischen Arten vielleicht sogar todbringend werden kann. Für gewöhnlich ernähren sich die Scorpione von Insekten; sie fassen dieselben mit den Scheren, halten sie über den Kopf und stoßen die Spitze des über den Rücken aufwärts gekrümmten Postabdomens in ihr Opfer. Auf der Bauchseite der Scorpione liegt ein Paar Anhänge (Fig. 462 a), Reste abdominaler Gliedmaßen; da sie einen Stab mit einseitig ansitzenden Zinken bilden, nennt man sie Kämme und vermutet in ihnen wegen der Nähe der Geschlechtsmündung (c) und wegen ihres Reichtums an Nerven Reizorgane bei der Begattung. Dicht dahinter folgen 4 Paar Stigmen (b). Da die Scorpione nur durch Tracheenlungen atmen, ist ihr langgestrecktes, mit vielen Ostien versehenes Herz mit einem komplizierten Blutgefäßapparat verbunden. Am Magen fehlen die Blindsäcke, dagegen ist die „Leber“ sehr gut ausgebildet. Für das Nervensystem ist charakteristisch, daß 6 Paar abdominaler Ganglien sich von der einheitlichen Ganglienmasse des Cephalothorax getrennt erhalten. In Europa (Süddeutschland und Italien) findet sich der *Euscorpionus karpathicus* L.; in heißen Gegenden, namentlich den Tropen, leben bis zu 12 cm lange Arten der Gattungen *Androctonus* und *Buthus*: *A. australis* L. in Afrika, *B. occitanus* Amor. in den Mittelmeerlandern.

IV. Unterordnung. **Pseudoscorpionideen, Afterscorpione.** Die kleinen Afterscorpione (Fig. 463) gleichen den echten *Scorpionen* in ganz auffälliger Weise, da sie wie diese Scherenfühler (1) und vor allem sehr große Scherentaster (2) haben; ferner ist das geringelte Abdomen dem Cephalothorax breit angewachsen. Dagegen fehlt das Postabdomen und mit ihm der Giftstachel vollkommen; auch atmen die Tiere durch Tracheen anstatt durch Lungen. Der deutsche Name Bücherscorpione bezieht sich darauf, daß man die höchstens 2–3 mm langen Tiere mit Vorliebe in alten, eingestaubten Büchern oder auch in Herbarien findet. Dem Aufenthaltsort sind die Tiere in Gestalt und Bewegung vortrefflich angepaßt; sie laufen nach Art der Krabben mit großer Behendigkeit in seitlicher Richtung nach links und rechts. Sie machen dabei Jagd auf die den Büchern und Herbarien so schädlichen Milben. *Chelifer cancrivorus* L.



Fig. 463. *Chelifer Bravaisii*.  
1 Kieferfühler, 2 Kiefertaster,  
3–6 Beine (aus Schmarda).

V. Unterordnung. **Phalangioideen, Afterspinnen.** Bei den Afterspinnen ist das Abdomen weniger deutlich als bei den bisher betrachteten Formen gegliedert und auch vom Cephalothorax, an dem es breit angewachsen ist, nicht scharf abgesetzt. Der kleine Körper wird von 4 Paar häufig auffallend langen Beinen getragen. Die zweiten Extremitäten sind Taster wie bei den echten Spinnen, die ersten Extremitäten sind in lange, hornartige Fortsätze ausgezogen. Die Männchen besitzen einen auffallend langen Penis, die Weibchen eine lange Legeröhre. Die Tiere unterscheiden sich von den echten Spinnen dadurch, daß sie durch Tracheen atmen und keine Spinnwarzen besitzen. Am bekanntesten sind die Weberknechte,



nächtliche Tiere, deren lange Beine einige Zeit, nachdem sie vom Körper abgetrennt worden sind, noch zuckende Bewegungen ausführen. *Phalangium opilio* L.

## II. Ordnung. Sphaerogastres, Araneen, Weberspinnen.

In keiner Abteilung der Arachnoideen ist die Sonderung des Körpers in Cephalothorax und Abdomen so deutlich wie bei den Weberspinnen, da beide Abschnitte weichhäutige, ungegliederte, voneinander durch eine tiefe Kerbe getrennte Stücke sind (Fig. 454). Die 4 hinteren Extremitätenpaare dienen zur Fortbewegung, zu raschem Sprung oder zu gewandtem Lauf; nur das letzte Beinpaar hat dabei noch die Nebenfunction des Spinnens. Seine mit Kammzinken versehenen Klauen drehen aus mehreren Seidenfäden einen stärkeren Faden zusammen. Um diese Klauen nicht abzunutzen, haben Spinnen mit besonders gutem Webevermögen Hilfsklauen, auf denen die Hinterbeine während des Laufens aufliegen. — Von den beiden Mundextremitäten (Fig. 454) trägt der Kieferfühler eine spitze Klaue, welche, ausgerüstet mit dem Ausführgang einer Giftdrüse, die Spinnen in den berechtigten Ruf der Giftigkeit gebracht hat, wenn auch nur wenige, wie die *Malmignatte* (*Latrodectus formidabilis* L., *L. tredecimguttatus* Fabr.), die *Taranteln* und die *Vogelspinnen*, dem Menschen schädlich oder unbequem werden können. Die Kiefertaster dienen zum Betasten und Zerkleinern der Speise; letzteres geschieht mit dem Basalglied.

Beim Männchen ist das Ende des Tasters verdickt, indem sein Endglied einen birnförmigen Behälter trägt, an welchem man es leicht vom Weibchen unterscheiden kann. Bevor das Männchen sich dem Weibchen zur Begattung nähert, wird der Behälter an der am Abdomen befindlichen Geschlechtsöffnung mit Spermatozoen gefüllt. Ist der Inhalt von Sperma in die gleichgelagerte Geschlechtsöffnung des Weibchens entleert, so zieht sich das Männchen schleunigst zurück, da es sonst befürchten muß, vom stärkeren Weibchen getötet zu werden.

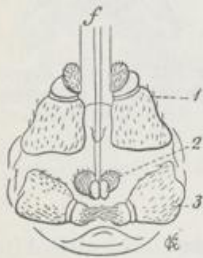


Fig. 464. Spinnapparat von *Epeira diadema* (nach Warburton). 1 vordere, 2 mittlere, 3 hintere Spinnwarzen, f Fäden.

Am hinteren Ende des Abdomens kurz vor dem After liegen die systematisch wichtigen Spinnwarzen der *Araneen*, in denen man rudimentäre Bauchextremitäten zu erblicken hat, da sie paarig angeordnete und meistens auch gegliederte Stummeln sind (Fig. 464). Sie enden schräg abgestutzt mit dem Spinnfeld, auf dem sich zahlreiche, an Haare erinnernde Spinnröhrchen erheben. Aus jedem Spinnröhrchen ragt eine kurze Spinnspule hervor, das modifizierte Ende vom Ausführgang einer Spinndrüse. Man unterscheidet verschiedene Arten von Spinn-drüsen, die je nach der Bestimmung des Fadens in Tätigkeit gesetzt werden. Die Zahl der Spinnwarzen wechselt zwischen 2 und 3 Paar; dazu kommt noch das Cribrellum, ein vor den Warzen gelegenes Feld, auf dem ebenfalls Spinndrüsen münden, so daß dem Abdomen einer Spinne im ganzen über Hundert, bei *Epeiren* sogar mehrere Hundert von Drüsen zukommen.



Die einzelnen aus den Spinnspulen heraustretenden und an der Luft erhärtenden Secretfäden werden von den Webeklaunen der Hinterbeine zu einem einzigen Faden verarbeitet; je nach dem Bedürfnis kann die Spinne denselben stärker oder feiner machen, indem sie eine größere oder geringere Zahl Spinnndrüsen in Tätigkeit setzt. Aber auch der stärkste Spinnfaden ist trotz seiner komplizierten Structur noch feiner als der einheitliche Faden eines Seidenspinners, weshalb er demselben bei der Verfertigung des Fadenkreuzes im astronomischen Fernrohr vorgezogen wird. Die Spinnfäden dienen sehr mannigfachen Zwecken: zum Austapezieren des Nestes, zum Einhüllen der Eier in Cocons und vielfach auch zu Gespinsten, in denen Insekten aufgehalten werden sollen, damit die Spinne sie töten und dann weiter noch fest umspinnen kann. Auch beim Abstürzen verhindert die Spinne die Gefahr des Falles, indem sie sich rasch mit einem Faden verankert, den sie so weit verlängert, bis sie am Boden ankommt.

Der Charakteristik der Spinnen sind nur noch wenige Punkte nachzutragen. Das Nervensystem besteht aus dem Hirn und einer großen Ganglienmasse des Cephalothorax, zu der bei den *Mygaliden* noch ein kleines abdominales Ganglion kommt. Systematisch wichtig sind durch ihre Anordnung die 6–8 Punktaugen, die in 2–3 Querreihen nahe bei



Fig. 465. *Cteniza caementaria* in ihrer Röhre, den Deckel zuziehend. *a* Augen, stärker vergrößert, *b* Deckel von innen mit den Griffpunkten für die Klauen, *c* Eicocon.

einander auf dem Cephalothorax (Fig. 454 u. 465) stehen. Im ganzen sind 2 Paar Atmungsorgane vorhanden: bei den *Tetrapneumones* münden 2 Paar Lungen an der Basis des Abdomens mit 2 Paar Stigmen; bei den *Dipneumones* ist nur das vordere Lungenpaar vorhanden, außerdem 2 (1 Paar) Tracheenbüschel. Letztere können dann an der Stelle der zweiten Lungen der *Tetrapneumones* sitzen (*Tetrasticten*), oder sie münden vor den Spinnndrüsen mit einem unpaaren Stigma (*Tristicten*) (Fig. 458).

I. Unterordnung. *Tetrapneumones*. Spinnen mit 4 Lungen, 4 Spinnwarzen und 8 in 2 Reihen hintereinander gestellten Augen. *Mygale avicularia* L. Vogelspinne. Die ohne die Beine 4–5 cm lange, dichtbehaarte Spinne wohnt in Wäldern des tropischen Südamerika und tapeziert sich Erdlöcher oder andere Schlupfwinkel mit dichtem Gespinst zu einem Neste aus. Sie schleicht sich an andere Tiere heran, überfällt sie im Sprung und kann auf diese Weise selbst Wirbeltiere, wie kleine Vögel und Mäuse, töten. *Cteniza caementaria* Latr., Minierspinne (Fig. 465) Südeuropas, treibt in Mauern horizontale, röhrlige Stollen und schließt die kreisförmige Öffnung mit einem Deckel von Seidengespinnt, der genau auf die Öffnung paßt und auf seiner äußeren Seite, um den Schlupfwinkel unkenntlich zu machen, mit dem Material der Mauer Oberfläche bedeckt ist. Der Deckel ist mittelst Seidenfäden am oberen Rand des Loches befestigt und fällt daher zum Schließen herab; er wird bei



drohender Gefahr von der Spinne angepreßt, indem sie mit den Vorderklauen in kleine Henkel des Gespinstes eingreift und den Deckel fest anzieht. In Deutschland *Alypus piceus* Sulz.

II. Unterordnung. *Dipneumones*. 1 Paar Lungen, neben denen noch Tracheen bestehen, 6 Spinnwarzen. — Hierher gehören fast alle unsere einheimischen Spinnen und zahlreiche tropische Formen. Zum Teil (*Vagabundae*) haben dieselben noch die Lebensweise der *Mygaliden* und benutzen ihre Webefertigkeit nur zum Einspinnen der Eier in Eiersäckchen, welche am eigenen Körper oder an sicheren Orten untergebracht werden, und zur Auskleidung der Schlupfwinkel, während sie die Beute durch raschen Lauf einholen (*Citigradae*) oder beschleichen und im Sprung fangen (*Saltigradae*). Zum anderen Teil bauen sie aus den Seidenfäden noch weitere mehr oder minder kunstvolle Netze zum Einfangen fliegender Insekten (*Sedentariae*). 1. *Vagabundae*. a) *Saltigradae*: *Attus falcatus* L.; b) *Citigradae* oder Laufspinnen: *Lycosa tarantula* L. (*Tarantula Apuliae*), die Tarantel, deren Biß eine schmerzhaftige Entzündung verursacht. Früher glaubte man irrtümlich, daß der Biß Ursache sei von Tobsuchtsanfällen, zu deren Besänftigung man die „Tarantella“ spielte. — 2. Die *Sedentarien* unterscheiden sich voneinander durch die Art ihres Netzbaues. Die *Tubitelen* spinnen eine Röhre und davor ein horizontales Gewebe zum Insektenfang: *Tegeneria domestica* L., Hausspinne, *Segestria sexoculata* L., Kellerspinne, *Argyroneta aquatica* L., Silberspinne genannt, weil sie, im Wasser lebend, mit Hilfe einer silberglänzenden Luftblase atmet, die sie mit sich am Abdomen herumträgt. — Die kunstvollsten Gespinste bilden die *Orbitelen*, die Kreuzspinnen, *Epeiriden*: *Epeira diadema* L., welche ihren deutschen Namen der Zeichnung des Abdomens verdankt, einer weißen, undeutlich kreuzförmigen Figur auf dunklem Grund (Fig. 454). — *Inäquitelen*: *Latrodectes tredecimguttatus* Fabr., Malmignatte, sehr giftig.

### III. Ordnung. Acarinen, Milben.

An die Araneen reihen wir die *Acarinen* und *Linguatuliden*. Der Bau der letzteren ist durch Parasitismus so sehr abgeändert, daß man am ausgebildeten Tiere die Merkmale der Klasse nicht mehr mit Sicherheit nachweisen kann. Für das Verständnis dieser aberranten und degenerierten Arachnoideen liefern uns die *Milben* oder *Acarinen* den Schlüssel. Dieselben (Fig. 360) haben durch Verschmelzung von Abdomen und Cephalothorax die letzte Andeutung von Gliederung verloren. Gleichwohl ist ihre nahe Verwandtschaft mit den Spinnen unzweifelhaft: vor allem wird sie bewiesen durch die Anwesenheit von 6 Extremitätenpaaren, 4 Paar Beinen, durch welche sich parasitische Milben sofort von parasitischen sechsbeinigen *Insekten* unterscheiden, und 2 Paar Mundgliedmaßen, welche gemeinsam einen allen Milben zukommenden, zum Saugen von Tier- und Pflanzensäften dienenden Stechrüssel bilden. Die Scheide des Stechrüssels besteht aus der Oberlippe und den basalen Gliedern der Kiefertaster, welche sich rinnenartig einbiegen und zu einer Röhre zusammenlegen, während die übrigen Glieder den frei hervorstehenden Palpus darstellen; in der Röhre sind die Kieferfühler als klauen- oder scherenförmige, oft mit Widerhaken versehene Stilets eingeschlossen.

Da die Milben sehr klein sind und eine halb oder ganz parasitische Lebensweise führen, ist ihr innerer Bau vereinfacht; häufig fehlen Herz



und Atmungsorgane (Tracheen) gänzlich; wenn vorhanden, münden letztere in der Gegend des Cephalothorax, oft nahe den Cheliceren; am Darm finden sich zwar Magenblindsäcke und Malpighische Gefäße, dagegen keine Leber. — Aus der Entwicklungsgeschichte der Milben verdient besondere Beachtung, daß den aus dem Ei schlüpfenden Larven das letzte Beinpaar noch fehlt; sie ähneln dadurch parasitischen Insekten mit undeutlich gegliedertem Körper wie den Läusen; häufig findet man bei Milben auch cystenartige Ruhezustände (Puppen). Manche Milben (*Eriophyiden*) erzeugen Gallen.

Im ausgebildeten Zustand freilebend, sind die meist lebhaft rot gefärbten Laufmilben, *Trombididen* (*Trombidium holosericeum* L.), und die Wassermilben, *Hydrachniden* (*Hydrachna cruenta* Müll.). Die dreibeinigen Larven dieser Tiere aber sind Schmarotzer; die Larven von *Trombidien*, als *Leptus autumnalis* bekannt, befallen auch den Menschen und erzeugen namentlich bei Erntearbeitern häufig juckende Ausschläge. — Halb parasitisch sind die *Ixodiden*, Zecken; *Ixodes ricinus* L., Holzbock, lebt

versteckt in Wäldern, das Weibchen befällt Menschen und andere Säugetiere, saugt sich in der Haut fest und schwillt durch Blutaufnahme zu bedeutender Größe (11 mm) an, um dann abzufallen. Die viel kleineren Männchen sitzen am Weibchen fest und nehmen keine Nahrung auf. *Argas persicus* lebt ähnlich den Bettwanzen in Wohnungen tags versteckt, nachts Blut saugend, soll giftig sein (in Persien und Ägypten). Nahe verwandt ist der in Taubenschlägen wohnende *Argas reflexus* Latr., der auch öfters den Menschen befällt, und *A. americanus* Pack., den Hühnern gefährlich. — *Boophilus bovis* überträgt das Texasfieber (S. 184). — *Gamasiden*:

*Dermanyssus avium* Dug., am Tage versteckt, nachts auf Singvögeln; *Gamasus coleopratorum*, dauernd parasitisch auf Käfern. — Dauernde Parasiten sind in der Regel die *Sarcoptiden*, die fast mikroskopisch kleinen Krätzmilben; sie graben Gänge in die Epidermis von Säugetieren und Vögeln: *Sarcoptes scabiei* Latr., 0,3–0,5 mm groß, Ursache der Krätze des Menschen (Fig. 466); nahe verwandt die Käsemilbe, *Tyroglyphus siro* Latr. — In degenerierten Talgdrüsen („Mitessern“) schmarotzen die auffallend langgestreckten Balmilben oder *Demodiden*: *Demodex folliculorum* Henle des Menschen (Fig. 467).

Langgestreckte Acarinen, wie der *Demodex folliculorum*, leiten uns über zu den *Linguatuliden* oder **Zungenwürmern**, Parasiten, welche in unserer Gegend als geschlechtsreife Tiere die Stirnhöhle von Fleischfressern bewohnen, als eingekapselte Jugendformen dagegen in der Leber und Lunge von Pflanzenfressern, besonders *Nagetieren*, angetroffen werden. Aus den Tropen kennen wir die geschlechtsreifen Linguatuliden auch als Parasiten von *Löwe*, *Tiger*, *Schlangen* etc. Wie ihr deutscher Name erkennen läßt, hat man die mehrere Centimeter

Fig. 466.

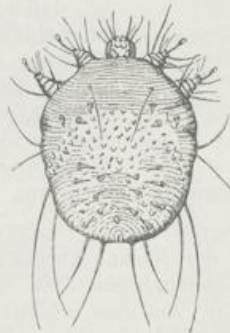
Fig. 466. *Sarcoptes scabiei*, Weibchen (nach Leuckart).

Fig. 467.

Fig. 467. *Demodex folliculorum* (nach Leunis-Ludwig).



langen Tiere früher für Würmer gehalten und in die Nähe der Bandwürmer gestellt, weil einige abgeplattet sind und eine an die Proglottiden der Bandwürmer erinnernde Ringelung zeigen (Fig. 112, S. 146). Anatomie und Entwicklungsgeschichte sprechen mit einiger Wahrscheinlichkeit für Verwandtschaft mit den Arachnoideen. Am vorderen Ende der geschlechtsreifen *Linguatuliden* findet man die Mundöffnung am

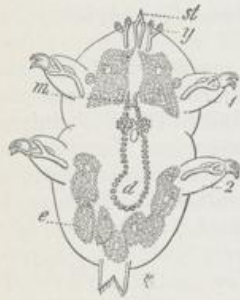


Fig. 468. Larve von *Pentastomum proboscideum*, *st* Stilet, *y* hinterer Larvenhaken, *1* und *2* Beine, *m* Mund, *d* Darm, *e* Drüsenzellen (nach Stiles).

Grunde einer Chitinkapsel, welche man früher mit dem Saugrüssel der *Milben* verglichen hat; auf jeder Seite derselben stehen zwei Haken auf einem komplizierten Chitingerüst; man deutet sie als die Klauen des ersten und zweiten Spinnenbeins. Im Innern des Körpers ist eine geräumige Leibeshöhle, welche einen gerade gestreckten Darm ohne Anhänge beherbergt. Um den Anfangsdarm bildet das Nervensystem einen ventral zum Bauchmark verdickten Ring, während das Hirn bei dem gänzlichen Mangel von Sinnesorganen so rudimentär ist, daß es nicht einmal als eine Anschwellung im Schlundring angedeutet ist. Sehr kompliziert ist der Geschlechtsapparat, dessen unpaarer Ausführgang beim Männchen weit vorn mündet, während er beim Weibchen umbiegt und in vielen mit Eiern prall gefüllten, durch die Körperwand durchschimmernden Windungen zur Genitalöffnung am hinteren Körperende verläuft.

Die an *Linguatuliden* erkrankten Hunde und Wölfe leiden an einem heftigen Katarrh der Nasenhöhle und entleeren mit dem Schleim auch in Menge die embryonenhaltigen Eier. Werden von Kaninchen, Hasen oder auch von Menschen von dem infektiösen Schleim besudelte Pflanzen verzehrt, so schlüpfen die Larven aus, um in Lunge und Leber einzuwandern und sich einzukapseln, bis sie durch Verfüttern wieder in den Körper eines Hundes zurückgelangen; sie können sich aber auch in Pflanzenfressern entwickeln. Die Larven (Fig. 468) besitzen am vorderen Ende einen Bohraparat (*st* und *y*) und außerdem zwei Beinpaare (*1* und *2*), welche wahrscheinlich den hinteren Beinpaaren der Spinnen entsprechen, während der Metamorphose wieder verloren gehen und durch die zwei Haken des ausgebildeten Tieres ersetzt werden. *Pentastomum taenioides* Rud., geschlechtsreif in den Sinus frontales von Hund, Wolf, Fuchs, ausnahmsweise auch des Menschen, als Larve in Leber und Lunge von Nagetieren und Menschen. Weitere Arten sind *Pentast. constrictum* von Sieb. in der Leber von Nagern, *Pentast. moniliforme* Dies. in der Lunge von Schlangen.

#### Anhang.

Im Anhang zu den *Arachnoideen* sollen noch 3 Gruppen von viel umstrittener systematischer Stellung besprochen werden, von denen eine, die *Xiphosuren*, ein ganz hervorragendes morphologisches, eine andere, die *Tardigraden*, ein größeres biologisches Interesse besitzt, während für die *Pantopoden* oder *Pycnogoniden* keines von beiden gilt.

1. Die *Xiphosuren* oder Pfeilschwänze mit der einzigen lebenden Gattung *Limulus* (*L. moluccanus* Latr., Molukkenkrebs) wurden lange



Zeit allgemein den *Crustaceen* zugerechnet, weil sie, im Meere an sandigen Küsten lebend, durch Kiemen atmen, die auf blattartigen, spaltfüßigen Pleopoden sitzen (Fig. 469 und 470 8). Jetzt werden sie von vielen Zoologen unter dem Namen *Cheliceraten* mit den *Arachnoideen* vereint, mit denen sie in Körpergliederung, Bau der vorderen Extremitäten und vielen Merkmalen der inneren Anatomie übereinstimmen. Ihr Körper besteht aus einem mächtigen, halbmondförmigen Cephalothorax, einem etwas kleineren, seitliche Stacheln tragenden Abdomen und einem als Hebel dienenden Schwanzstachel. Der Cephalothorax entsteht aus Verwachsung von 6 Segmenten; er trägt auf der Rückenseite vorn nahe der Mittellinie 2 Ocellen, etwas weiter rückwärts und seitlich 2 zusammengesetzte Augen. Das Abdomen ist bei den das Ei verlassenden Larven

Fig. 469.

Fig. 470.

Fig. 471.

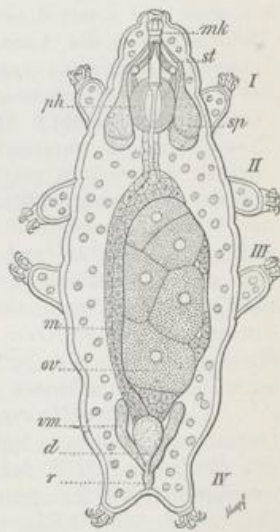
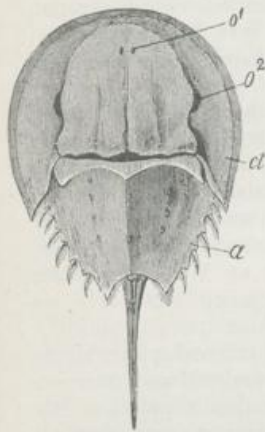


Fig. 469. *Limulus moluccanus*, vom Rücken betrachtet. *a* Abdomen, *cf* Cephalothorax, *o*<sup>1</sup> einfache, *o*<sup>2</sup> zusammengesetzte Augen (nach Rymer-Jones).

Fig. 470. *Limulus moluccanus*, ventrale Ansicht, nur zum Teil dargestellt. 1—6 die Extremitäten des Cephalothorax, 6a Anhang am sechsten Beinpaar, 7 Kiemendeckel, 8 Kiemen, 9 Basis des Stachels (aus Leunis-Ludwig).

Fig. 471. *Macrobiotus hufelandi* (nach Zeichnungen von Greef und Plate). I—IV 4 Beinpaare, *mk* Mundkapsel, *st* Stilets, *ph* Pharynx, *sp* Speicheldrüse, *m* Magen, *r* Enddarm, *ov* Ovar, *d* Anhangsdrüsen, *vm* Vasa Malpighii; in der Leibeshöhle Blutzellen.

(Trilobitenstadium) noch in 8 Segmente abgeteilt, welche später verschmelzen. Dem Cephalothorax gehören wie bei *Arachnoideen* 6 Paar Extremitäten an, ein Paar präoraler, vom Bauchmark aus innervierter Cheliceren und 5 Paar beinartiger, zu beiden Seiten der Mundöffnung gestellter Extremitäten, von denen die 4 ersten mit Kauladen beginnen und wie die Cheliceren mit Scheren enden. Das Abdomen trägt blattartige, aus Basis, Innen- und Außenast bestehende Extremitäten, von denen die erste mit dem Cephalothorax verschmilzt und den derben Kiemendeckel liefert; die 5 folgenden tragen auf ihrer Rückseite feine Kiemenblättchen, die senkrecht zur Oberfläche der Extremität und quer zur Körperachse



wie Blätter eines Buches hintereinander stehen. Was den inneren Bau anlangt, so besitzen die *Xiphosuren* ein hoch entwickeltes Blutgefäßsystem, dessen Bauchsinus das Bauchmark umhüllt, eine ansehnliche Leber und wie die Arachnoideen ein Paar Coxaldrüsen und das Entosternum. Die Geschlechtsorgane münden an der Basis des Kiemendeckels. — Mit den *Xiphosuren* sind nahe verwandt die paläozoischen *Gigantotracheen* oder Eurystomen; sie besaßen einen Cephalothorax mit 6 Beinpaaren, 2 einfachen und 2 zusammengesetzten Augen. Ihr Abdomen trug die blattförmigen Kiemenextremitäten, nur daß es dauernd in 6 vordere und 6 hintere Segmente (das in einen Schwanzstachel auslaufende Postabdomen) gegliedert war. *Pterygotus anglicus* Ag.

Die besprochene Ähnlichkeit der *Xiphosuren* mit *Arachnoideen* hat zur „Limulustheorie“ geführt, zur Lehre, daß die *Arachnoideen* durch Vermittlung limulusartiger Vorfahren von primitiven *Crustaceen* abstammen und somit diesen näher stehen als den übrigen *Tracheaten*. Die Theorie macht die Annahme nötig, daß die Tracheenlungen als die in das Innere des Abdomens eingestülpte, mit Kiemenblättchen bedeckte Pleopoden des *Limulus* aufzufassen sind, wofür ihre Lage und ihre Entwicklung bei *Scorpionen* spricht. Die verästelten Tracheen müssen dann aus den Tracheenlungen entstanden sein und können nicht den Tracheen der übrigen *Tracheaten* entsprechen. Der Theorie erwachsen Schwierigkeiten aus der Tatsache, daß die verästelten Tracheen der *Arachnoideen* und der übrigen *Tracheaten* den gleichen feineren Bau besitzen (Spiralfaden), daß bei *Solpugen* und *Milben* Stigmen am Cephalothorax vorkommen (bei manchen Milben in der Gegend der Chelicere), wo sie der Limulustheorie zufolge nicht vorkommen dürften. Das Vorkommen von Coxaldrüsen bei *Xiphosuren* und *Arachnoideen* verliert an Wert durch die Erwägung, daß die Drüsen Reste von Segmentalorganen sind, wie sie auch bei *Protracheaten* und *Crustaceen* vorkommen.

2. Die *Tardigraden* oder *Bärtierchen* sind mikroskopisch kleine Organismen, welche im Süßwasser oder in feuchter Erde oder Moos zusammen mit *Protozoen* und *Rotatorien* leben und ihren langsamen tappischen Bewegungen ihren Namen verdanken. Bei ihren Wanderungen strecken sie (Fig. 471 I—IV) 4 Paar mit Krallen bewaffnete Extremitätenstummel aus. Diese 8 Beine sind das einzige, was die Tiere unzweifelhaft mit den Spinnen gemein haben; sonst unterscheiden sie sich durch die Einmündung des Geschlechtsapparats in den Darm, durch das aus 4 Ganglienpaaren bestehende Bauchmark und durch den Mangel von Herz und Tracheen. Am vorderen Ende des Darms liegt eine Chitinkapsel und in derselben 2 Stiletts; man könnte darin den ins Innere zurückgezogenen Saugrüssel der *Acarinen* erblicken. In weiteren Kreisen sind die *Tardigraden* durch zweierlei bekannt geworden. Da ihre Durchsichtigkeit eine genaue Verfolgung der Nerven bis an die quergestreiften Muskelfäden leicht gestattet, entdeckte Doyère an den günstigen Beobachtungsobjekten die Endigungsweise der Nerven am Muskel, den Doyèreschen Nervenbügel. Die zweite Eigentümlichkeit teilen die *Tardigraden* mit manchen anderen Wasserbewohnern. Wenn das Wasser austrocknet, bleiben die Tiere, geschützt von ihrer festen, das Eintrocknen verhindernden Chitinhaut, am Leben; sie stellen ihre Lebensfunctionen ein und erwachen erst wieder, wenn Wasser aufgeossen wird. Da die Tiere durch Eintrocknen lange am Leben erhalten werden können, heißt eine Art *Macrobiotus Hufelandi* Sieg. Schultze, zu Ehren des berühmten Arztes Hufeland, der eine Makrobiotik, eine Anweisung zur Verlängerung des Lebens, geschrieben hat.



3. Wie die Tardigraden unter den Süßwassertieren, so nehmen in der Meeresfauna die *Pycnogoniden* eine merkwürdige Stellung ein. Die Tiere, im Mittel etwa so groß wie eine Schneiderspinne, haben einen rundlichen Körper, der vorn in einen rüsselförmigen Fortsatz, hinten in einen abdomenartigen Anhang ausgeht und 4 Paar sehr lange Beine trägt. Vor den 4 Beinpaaren findet sich konstant eine Art Scherenfühler; vielfach können aber noch nach demselben 2 weitere Extremitäten folgen, was dann die für Arachnoideen nicht passende Gesamtzahl 7 ergeben würde. Dagegen würde gut passen, daß vom Darm Blindsäcke ausgehen, welche weit in die Extremitäten hineindringen. Respirationsorgane fehlen, ein Herz ist vorhanden. Bei der systematischen Beurteilung stehen sich drei Anschauungen gegenüber; 1. die Pycnogoniden gehören zu den *Crustaceen*, 2. sie gehören zu den Arachnoideen, 3. sie bilden eine besondere Gruppe. *Pycnogonum littorale* Mull.

### Zusammenfassung der Resultate über Arthropoden.

1. Die Arthropoden sind Tiere mit deutlicher innerer und äußerer Gliederung.
2. Die innere Gliederung spricht sich aus im Bau des Nervensystems (Strickleiternervensystem) und des Herzens und in der Anordnung der Segmentalorgane und der Tracheen, sofern solche vorhanden sind.
3. Die äußere Gliederung spricht sich aus in der vermöge der Chitinpanzerung besonders deutlichen Ringelung des Körpers und in der metameren Anordnung der Extremitäten.
4. Von den ebenfalls gegliederten Anneliden unterscheiden sich die Arthropoden durch den Besitz der gegliederten Extremitäten, von denen höchstens ein Paar auf ein Segment kommt; nach ihrer Function werden die Extremitäten als Antennen, Kiefer, Kieferfüße, Füße und Afterfüße unterschieden.
5. Ein weiterer Unterschied ist die nur bei Protracheaten, Myriopoden und niederen Crustaceen unvollkommen ausgebildete Heteronomie des Körpers, die Sonderung in Kopf, Brust und Hinterleib.
6. Der Kopf (Cephalon) trägt die tastenden und kauenden, die Brust (Thorax) die locomotorischen Extremitäten (Pereiopoden); der Hinterleib (Abdomen) trägt die Pedes spurii (Pleopoden) oder er ist extremitätenlos.
7. Durch Verschmelzung von Kopf und Brust entsteht der Cephalothorax, durch Abgliederung der Endsegmente des Hinterleibes das Postabdomen.
8. Die Augen der Arthropoden sind entweder Stemmata oder zusammengesetzte Augen (Facettenaugen).
9. Die Geschlechtsorgane sind nur ausnahmsweise hermaphrodit; die Fortpflanzung erfolgt nur durch Eier, die sich häufig parthenogenetisch, seltener pädogenetisch entwickeln; die Furchung der Eier ist gewöhnlich eine superficielle.
10. Nach der Atmung teilt man die Arthropoden in die wasseratmenden Crustaceen und die luftatmenden Tracheaten.



11. Die **Crustaceen** haben außer der Kiemenatmung noch folgende Merkmale:

- a) ihre Extremitäten sind Spaltfüße oder Modifikationen von Spaltfüßen;
- b) sie haben 2 Paar Antennen;
- c) ihr Chitinskelett ist meist verkalkt.

12. Man teilt die Crustaceen in niedere, Entomostraken, und höhere, Malacostraken.

13. Die **Entomostraken** haben variable Segmentzahlen, als Excretionsorgan die Maxillar- oder Schalendrüse, als Larve den Nauplius.

14. Die **Malacostraken** haben 20 Segmente (davon 7 abdominale); die männliche Geschlechtsmündung liegt am 13., die weibliche am 11. Körpersegment; als Excretionsorgan fungiert die Antennendrüse, als Larve äußerst selten der Nauplius, meist die Zoëa.

15. Die wichtigsten Ordnungen der Entomostraken sind die spaltfüßigen *Copepoden*, die kiemenfüßigen *Branchiopoden*, die muschel-schaligen *Ostracoden*, die festsitzenden, meist hermaphroditen *Cirripeden*, die fossilen *Urkrebse* oder *Trilobiten*.

16. Die **Malacostraken** zerfallen in Edriophthalmen seu Arthrostraken und die Podophthalmen seu Thoracostraken.

17. Die **Edriophthalmen** (*Isopoden* und *Amphipoden*) haben sitzende Facettenaugen und heißen **Arthrostraken**, weil 7 freie Thorax-segmente vorhanden sind.

18. Die **Podophthalmen** (*Stomatopoden*, *Schizopoden*, *Decapoden*) haben gestielte Augen und heißen **Thoracostraken**, weil ein Teil oder sämtliche Thoraxsegmente mit dem Kopf zum Cephalothorax verschmolzen sind.

19. Die **Tracheaten** atmen durch Tracheen (Lufttröhren, die auf der Körperoberfläche mit Stigmen münden), haben ein Paar Antennen und einreihige Extremitäten.

20. Sie zerfallen in Protracheaten, Myriapoden, Insekten und Arachnoideen.

21. Die **Protracheaten** (*Peripatus*) sind Mittelformen zwischen Anneliden und Tausendfüßen, indem sie undeutlich gegliederte, parapodienartige Extremitäten haben und gleichzeitig die Segmentalorgane der Anneliden und die Tracheen der Insekten besitzen.

22. Die **Myriapoden** haben zahlreiche mit Beinen versehene Segmente (Tausendfüße), davor einen Kopfabschnitt, an dem 1 Paar Antennen und 2—3 Paar Kiefer sitzen.

23. Von den beiden hierher gehörigen wichtigeren Gruppen sind die *Diplopoden* durch Doppelsegmente, Kürze der Beine und Antennen und nach vorn gelagerte Geschlechtsmündung ausgezeichnet.

24. Die *Chilopoden* haben einfache Segmente, lange Beine und Antennen, rückwärts mündende Geschlechtsorgane; dem Kopf dicht angeschlossen liegt ein Paar mit Giftdrüsen versehener Raubfüße.

25. Die **Insekten** haben 3 Hauptabschnitte des Körpers: Kopf, Thorax, Abdomen.

26. Das Abdomen hat eine wechselnde Zahl meist gut getrennter Segmente, an denen keine Extremitäten sitzen.

27. Der Thorax besteht aus 3 meist gut getrennten Ringen (Pro-, Meso-, Metathorax) und hat daher 3 Beinpaare (**Hexapoden**), meist außerdem 2 Flügelpaare, ein vorderes am Mesothorax, ein hinteres am Metathorax.



28. Der Kopf besteht aus mindestens 4 verschmolzenen Segmenten, an denen 4 Extremitätenpaare sitzen: Antennen, Mandibeln, erste Maxillen, zweite zur Unterlippe (Labium) verschmolzene Maxillen.

29. Der Unterlippe gegenüber liegt die nicht als Extremität zu deutende Oberlippe (Labrum).

30. Die Mundgliedmaßen haben je nach der Ernährung verschiedenen Bau und sind entweder kauende, leckende, saugende oder stechende Mundgliedmaßen.

31. Am Kopf befinden sich 2 große Facettenaugen, zu denen noch 1—3 Stemmata kommen können.

32. Da die Insekten durch reichlich verästelte Tracheen atmen, ist das Blutgefäßsystem bis auf das dorsale Herz rückgebildet.

33. Flügellose Insekten haben meist eine direkte, unter periodischen Häutungen verlaufende Entwicklung (ametable Insekten).

34. Geflügelte Insekten und viele flügellose, aber von beflügelten abstammende Formen haben eine Metamorphose, bei welcher sich die Larven von der Imago mehr oder minder auffallend unterscheiden (metabole Insekten); niemals sind die jungen Larven geflügelt.

35. Eine unvollständige Metamorphose (M. incompleta, hemimetabole Entwicklung) tritt ein, wenn die Larven mit jeder Häutung der Imago ähnlicher werden, indem sie frei hervortretende Flügelanlagen erhalten, welche mit jeder Häutung größer werden.

36. Bei der vollständigen Metamorphose (M. completa, holometabolen Entwicklung) wird die Umbildung in das letzte Häutungsstadium verlegt, welches ein Ruhe- oder Puppenstadium ist.

37. Die Systematik der Insekten gründet sich auf die Beschaffenheit der Mundgliedmaßen und der Flügel, ferner auf die Art der Körpergliederung und der Entwicklung.

38. Die *Apterygoten* sind flügellose Insekten mit kauenden Mundgliedmaßen ohne Metamorphose.

39. Die *Archipteren* haben kauende Mundgliedmaßen mit meist unvollkommen verwachsener Unterlippe, netzförmige Flügel, eine unvollkommene Metamorphose.

40. Die *Orthopteren* gleichen den Archipteren im Bau der Kiefer und in der Entwicklungsweise, haben aber lederartige Flügel.

41. Die *Neuropteren* haben wie die Archipteren Netzflügel, sind aber holometabol; die Mundgliedmaßen sind erheblich modifiziert.

42. Die *Coleopteren* sind kauende Insekten und haben die vorderen Flügeldecken zu Elytren umgewandelt; von den ihnen häufig ähnlichen Orthopteren sind sie durch den vereinfachten Bau der Unterlippe und die vollkommene Verwandlung unterschieden.

43. Stechende Mundgliedmaßen haben *Rhynchoten*, *Dipteren* und *Aphanipteren*. Sie unterscheiden sich aber voneinander durch die Entwicklung, indem die zum Teil geflügelten, zum Teil flügellosen *Rhynchoten* hemimetabol oder ametabol, die *Dipteren* und *Aphanipteren* holometabol sind. Von letzteren beiden Ordnungen sind die *Aphanipteren* flügellos, die *Dipteren* haben nur Vorderflügel, während die Hinterflügel zu Halteren umgewandelt sind.

44. Parasitische Rhynchoten sind *Acanthia lectularia* und die *Pediculiden* (Läuse), parasitische Dipteren die Larven der *Oestriden* und anderer Fliegen; die Aphanipteren (*Puliciden* oder Flöhe) sind ausschließlich parasitisch.



45. Die *Hymenopteren* haben teils kauende, teils leckende Mundgliedmaßen; sie besitzen häutige, mit spärlichem Geäder versehene Flügel; ihre Entwicklung ist holometabol.

46. Die weiblichen Tiere haben einen Abdominalanhang, der bei den *Terebrantien* und *Entophagen* als Legeröhre, bei den *Aculeaten* (Bienen und Wespen) als Giftstachel benutzt wird.

47. Die *Lepidopteren* haben beschuppte Vorder- und Hinterflügel, rudimentäre Ober- und Unterlippe und Mandibeln, während die Maxillarladen zu einem Rüssel umgewandelt sind; die Entwicklung ist holometabol.

48. Der Körper der *Arachnoideen* besteht aus Cephalothorax und Abdomen.

49. Der Cephalothorax trägt 6 Extremitäten, von rückwärts nach vorn gezählt; 4 Beinpaare, ein Paar Kiefertaster, ein Paar Kieferfühler; er hat ferner mehrere Paare hoch entwickelter Einzel-Augen.

50. Am Abdomen — selten am Cephalothorax — liegen 1 bis 4 Paar Stigmen, welche entweder in verästelte Tracheen oder in Tracheenlungen (Fächertracheen), oder zum Teil in Tracheen, zum Teil in Lungen führen.

51. Das Abdomen ist bei Gliederspinnen oder *Arthrogastres* gegliedert, einheitlich bei Rundspinnen, *Araneen* oder *Sphaerogastres*, mit dem Cephalothorax verschmolzen bei *Acarinen* oder *Milben*.

52. Unter den *Arthrogastres* sind 2 Gruppen dadurch ausgezeichnet, daß das erste Paar Spinnenbeine noch nicht zur Fortbewegung, sondern zum Tasten benutzt wird: *Solpugen* (mit 3 freien Thoraxsegmenten), *Pedipalpen* (mit entwickeltem Cephalothorax).

53. Durch große Scheeren an den Tastern und ein mit einem Giftstachel versehenes Postabdomen sind die *Scorpione* charakterisiert, durch Scheren ohne Postabdomen die *Pseudoscorpione*, durch spinnenartigen Habitus die *Phalangioideen*.

54. Die *Sphaerogastres*, Webspinnen oder *Araneen*, tragen am hinteren Ende des Abdomens auf 4 bis 6 Spinnwarzen zahlreiche mit Drüsen versehene Spinnröhrchen.

55. Nach der Zahl der Spinnwarzen und der Lungen unterscheidet man *Tetrapneumones* (2 Paar Lungen, 2 Paar Spinnwarzen), *Dipneumones* (1 Paar Lungen, 1 Paar Tracheenbüschel, 3 Paar Spinnwarzen).

56. Die *Acarinen* besitzen zu einem Stechrüssel umgewandelte Mundgliedmaßen.

57. Menschliche Parasiten unter den Milben sind *Ixodes ricinus*, *Argas persicus*, *Sarcoptes scabiei*, *Demodex folliculorum*, ferner die Larven von Trombidien (*Leptus autumnalis*).

58. Vollkommen parasitisch sind die bandwurmartigen, extremitätenlosen *Linguatuliden*, deren Jugendformen in Lungen und Leber leben.

59. In der Zahl der Beine stimmen mit den Arachnoideen überein die sonst sehr abweichend gebauten *Tardigraden* und *Pycnogoniden*.

60. Die *Xiphosuren* erinnern durch Kiemenatmung an *Crustaceen*, durch Körpergliederung und Zahl der Extremitäten an *Arachnoideen*.