



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.



Zool. 71 Kb Bronn

(5, 1, 1)





DR. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Fortgesetzt von

Dr. A. Gerstaecker,

Docent an der Universität zu Berlin.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

Fünfter Band.

Gliederfüßler: Arthropoda.

1. Lieferung.

Leipzig und Heidelberg.

C. F. Winter'sche Verlagshandlung.

1866.

Anfang 1866

Leipzig.

PROSPECTUS.

Februar 1865.

—o—o—o—

Dr. H. G. BRONN'S
KLASSEN UND ORDNUNGEN
DES
T H I E R - R E I C H S

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

In Verbindung mit mehreren Gelehrten

fortgesetzt von

Wilhelm Keferstein, M. D.,

Professor in Göttingen.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

Lex.-8. In Lieferungen à 15 Ngr.

C. F. Winter'sche Verlagshandlung in Leipzig & Heidelberg.

Mit dem gewaltigen Aufschwung, den in der neueren Zeit die zoologischen Wissenschaften genommen haben, trat das Bedürfniss, ein alle ihre Zweige und Richtungen in kurzer Darstellung umfassendes Werk zu besitzen, immer dringender hervor. Vielseitig wie kaum eine andere Naturwissenschaft, wirkt die Zoologie anregend und bildend auf die verschiedensten Richtungen des Geistes und wie sie einerseits tief in den Bau und Zusammenhang der Einzelheiten eindringt, erhebt sie sich anderseits zu grossartigen Ueberblicken, welche sich über die thierische Schöpfung der ganzen Erde und aller Zeiten der Erde erstrecken.

Indem die Zoologie die anatomischen Verhältnisse der Thiere, sei es in ihrem gröberen und morphologischen, sei es in ihrem feinsten histologischen Bau darstellt und dabei überall den zusammengesetzteren Organismus aus dem einfacheren erklärt, liefert sie eben so wichtige Momente zum Verständniss des menschlichen Körpers und seiner Functionen, wie auf einem andern Gebiete die Geschichte der vergangenen Zeiten zum Verständniss der menschlichen Dinge der Jetztzeit hinleitet. Wie sie nicht allein das Thier im fertigen Zustand im Bau und den

mannigfachen Verhältnissen der Lebensweise darstellt und sich dabei die wichtigen Thatsachen der chemischen und physikalischen Physiologie zu Nutze macht, sondern gerade besonders aus der Entwicklungsgeschichte der Thiere die werthvollsten Erklärungen des reifen Organismus nimmt, so berücksichtigt sie auch nicht allein die Thiere der Jetztwelt, sondern ebenso wie sie die Thiere der ganzen Erde, aller Orten, umfasst, zieht sie auch die Thiere der Vorwelt, aller Zeiten, in ihr Gebiet. Dann, nachdem sie so die Einzelheiten, soweit es möglich, erfassen gelehrt hat, erhebt sie sich zur Darstellung der Idee, welche der Mensch vom Schöpfungsplane sich zu machen im Stande ist und ordnet die Thiere aller Orten und Zeiten zu einem System zusammen, indem sie darauf die Thiere der ganzen Erde betrachtet, sucht sie in der Thiergeographie die Gesetze ihrer Verbreitung zu ergründen und indem sie die Thiere aller Zeiten überblickt, strebt sie nach der Erkenntniss der Idee, welche der zoologischen Entwicklung der Natur zu Grunde liegt.

Aber ebenso wie die Zoologie in ihrer inneren Gliederung reich erscheint, ist sie auch wohl versehen mit Hilfsmitteln, welche ihr Studium erleichtern. An vielen Orten sind die Thiere aus dem ganzen Gebiete des irdischen Raumes und der Zeit in Sammlungen aufbewahrt und kaum eine andere Wissenschaft erfreut sich einer reicheren prächtigeren Literatur. Wenn hierdurch dem Studium schon viele Anregung geboten ist, kommt noch eine Geschichte der Wissenschaft hinzu, in der glänzende Namen entgegenleuchten.

Da Bronn in seinem Werke, dessen Fortsetzung wir hier dem Publicum bieten, eine ähnliche Vielseitigkeit der Darstellung erstrebte, so muss man es nur natürlich finden, wenn es, trotz mancher Mängel in der Anlage und Ausführung, sich eines grossen über Europa hinausgehenden Beifalls erfreute und als nach des verdienten Bronn's Tode (5. Juli 1862) der jetzige Herausgeber die Fortsetzung des Werkes übernahm, konnte er es nur als seine Aufgabe erkennen, die demselben zu Grunde liegende Idee noch vollkommener zur Ausführung zu bringen und dem Werke dadurch noch einen höheren Werth zu geben, dass er die Bearbeitung der einzelnen Thierabtheilungen in die Hände von Männern legte, die als selbständige Forscher im Gebiete derselben bekannt sind.

Die grosse Zahl von Abbildungen, auf deren Auswahl und Ausführung ein besonderer Werth gelegt wird und eine die ganze Literatur berücksichtigende Darstellung ersetzen in diesem Werke eine reiche Bibliothek und namentlich viele und kostbare Kupferwerke, so dass dasselbe auch über den Kreis der Fachgelehrten hinaus den zahlreichen Freunden der Zoologie das willkommenste Hilfsmittel bietet.

Von diesem Werke liegen bereits vor: Band I. Amorphozoen (Protozoen) von Bronn, Band II. Actinozoen (Cölenteraten und Echinodermen) von Bronn und Band III. Malacozoen von Bronn und Keferstein (an dem nur die in kürzester Frist erscheinenden Cephalopoden noch fehlen).

Um die Vollendung des Werkes nicht mehr zu lange hinauszuschieben, werden nun die noch fehlenden Bände gleichzeitig in Angriff genommen und zwar

Band IV. Würmer von Dr. W. Keferstein, Prof. in Göttingen,

Band V. Gliederthiere von Dr. Ad. Gerstaecker in Berlin,

Band VI. Wirbelthiere. Abtheilung 1. Fische von Dr. Franz Steindachner in Wien,

und hoffen wir schon in diesem Jahre einen bedeutenden Theil dieser Bände veröffentlichen zu können.

Das Werk erscheint in Lieferungen zum Preise von 15 Ngr.; Subscriptionen darauf werden in allen Buchhandlungen des In- und Auslandes angenommen, sind aber stets nur für einen Band, der ein abgeschlossenes Ganze bildet, bindend.

Jeder der bereits erschienenen Bände wird auch einzeln abgegeben.

Leipzig, im Februar 1865.

Die Verlagshandlung.

In demselben Verlage sind ferner erschienen:

Die menschlichen Parasiten

und die von ihnen herrührenden Krankheiten. Ein Hand- und Lehrbuch für Naturforscher und Aerzte. Von Prof. Dr. Rudolf Leuckart. I. Band. Mit 268 eingedruckten Holzschn. gr. 8. geh. Preis 5 Thlr.

Der Verfasser glaubt durch die Herausgabe dieses Werkes nicht blos dem Zoologen und Arzte einen Dienst zu erweisen, sondern überhaupt einem jeden Freunde der wissenschaftlichen Thierlehre. Er glaubt damit namentlich auch dem Oekonom und Lehrer ein Buch zu liefern, dessen Inhalt dieselben in mehrfacher Hinsicht interessiren muss. Der erstere wird daraus gar Manches lernen, was sich direct oder indirect für die Zwecke einer rationellen Thierzucht verwerthen lässt, während der letztere eine genügende Veranlassung finden wird, die wichtigsten Thatsachen aus der Naturgeschichte der Parasiten in den weitesten Kreisen zu verbreiten.

Das vorstehende Werk erscheint in zwei Bänden, welche zusammen aus circa 70 Druckbogen bestehen werden. Der erste Band behandelt ausser der allgemeinen Naturgeschichte der Parasiten die bei dem Menschen schmarotzenden Infusorien, Bandwürmer, Saugwürmer und Blutegel, während der zweite Band den menschlichen Rundwürmern, Milben und Schmarotzerinsekten gewidmet ist.

Das Mikroskop

und sein Gebrauch für den Arzt. Mit Zugrundelegung des Werkes von Beale: „The microscope and its application to practical medicine.“ Von Medicinalrath Dr. Hermann Reinhard. Zweite Auflage. Mit eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. geh. Preis 1 Thlr.

Diese zweite Auflage ist in den meisten Abschnitten neu durchgearbeitet worden. Bei den Abänderungen und Zusätzen, welche sie dabei erfahren hat, wurden vorausgewisse die inzwischen gemachten Fortschritte in der Mikroskopie und Histologie berücksichtigt. Ein neues Capitel ist dem Injectionsverfahren gewidmet worden, sodass selbst dem beschäftigten praktischen Arzte — und dessen Bedürfnisse glaubte der Verfasser zumeist im Auge behalten zu müssen, — diese wichtige Untersuchungsmethode zngänglicher geworden ist. — Die Holzschnitte geben, wo nicht ein anderes bemerkt ist, die dargestellten Gegenstände bei einer 200mal. Vergrösserung.

Anatomisch-physiologische Uebersicht

des gesammten Thierreichs. Vergleichende Anatomie und Physiologie. Ein Handbuch für den Unterricht und zum Selbststudium. Von Professor E. Bergmann und Professor R. Leuckart. Mit 437 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Lex.-8. geh. Preis 4 Thlr. 15 Ngr.

Das erste in Deutschland vollständig erschienene Werk über vergleichende Anatomie und Physiologie, diese zwar noch so junge, aber so überaus wichtige Wissenschaft. Die ausgezeichnetsten Gelehrten der Wissenschaft: Joh. Müller, Prof. Troschel in Berlin, Berthold und Wagner (im XVIII. seiner Physiologischen Briefe in der Allgem. Zeitung 1852), Valentin, Siebold, Stannius, Agassiz, Milne-Edwards, Sir Robert Owen, Hyrtl u. A. m. haben sich mit der einstimmigsten Anerkennung über dieses Werk ausgesprochen und es als eine der bedeutendsten Erscheinungen der Gegenwart bezeichnet. Bei der gediegenen Ausstattung und den trefflichen Holzschnitten ist der Preis des Werkes verhältnißmäßig ungemein billig.

Grundzüge der Geognosie und Geologie.

Von Prof. Dr. Gustav Leonhard. Zweite vermehrte Auflage. Mit 180 in den Text gedruckten Holzschnitten. gr. 8. geh. Preis 2 Thlr.

Dem Verfasser ist es gelungen diese zweite Auflage seiner Grundzüge zu dem besten und brauchbarsten Leitfaden zu gestalten, der Schülern und Studierenden vortreffliche Dienste leisten wird. Der erste Theil behandelt die Geognosie mit besonderer Ausführlichkeit der Petrographie und einer ganz allgemeinen Paläontologie, der zweite die Geologie als systematischen und theoretischen Theil der Geognosie, nämlich die geognostischen Formationen und vulkanischen Erscheinungen im weiteren Sinne. Die dem Texte eingedruckten Illustrationen sind zweckmässig gewählt; die Ausstattung des Buches ist bei billigem Preise eine sehr gute.

Grundzüge der Mineralogie.

Von Prof. Dr. Gustav Leonhard. Zweite neu bearbeitete Auflage. Mit 6 Tafeln Abbildungen. gr. 8. geh. Preis 2 Thlr.

Ein für den Anfänger sehr empfehlenswerther Leitfaden, der im allgemeinen wie im speciellen systematischen Theile ausführlich genug ist, um den ersten und gewöhnlichen Bedürfnissen zu genügen. Bei der Charakteristik der einzelnen Mineralien sind die Varietäten besonders berücksichtigt, auch Namenerklärungen und Synonyme beigelegt und die Fundorte viel vollständiger aufgezählt, als es in ähnlichen Büchern geschieht.

Lehrbuch der gesammten Pflanzenkunde.

Von Prof. Dr. Moritz Seubert. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. Mit vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. geh. Preis 2 Thlr.

Chemische Briefe von Justus von Liebig.

Vierte umgearbeitete und vermehrte Aufl. 2 Bde. 8. geh. Preis 3 Thlr. 24 Ngr.

Dieses Werk bedarf bei der Lesewelt nicht erst einer besondern Empfehlung. Es entstammt der Feder eines Mannes, dessen Ruf seit Jahren weit über die Grenzen seines Vaterlandes gedungen, den die wissenschaftliche Welt als eine der ersten Autoritäten seines Faches ehrt und anerkennt. In dieser neueren Auflage sind außer manchen Erweiterungen einzelner chemischer Briefe eine Anzahl von Vorträgen von allgemein wissenschaftlichem Interesse über das Studium der Naturwissenschaften, über den Kräftewechsel in der organischen Natur, über den Eigenschaftswechsel der Körper, über den Materialismus, über die Selbstverbrennung dafür bearbeitet und eine Reihe agriculturchemischer Briefe hinzugefügt.

1

Die
Klassen und Ordnungen
des
THIER-REICHS


wissenschaftlich dargestellt
in Wort und Bild.

Von
Dr. H. G. Bronn,
Professor der Zoologie in Heidelberg.

Fortgesetzt von
A. Gerstaecker,
Doctor der Medicin und Philosophie, o. ö. Professor an der Universität zu Greifswald.

Fünfter Band.
GLIEDERFÜSSLER
(Arthropoda).

Mit 50 lithographirten Tafeln.



Leipzig und Heidelberg.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1866—1879.

Die
Klassen und Ordnungen
der
ARTHROPODEN

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Von

A. Gerstaecker,

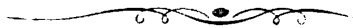
Doctor der Medicin und Philosophie, o. ö. Professor an der Universität Greifswald.

Fünfter Band, erste Abtheilung.

CRUSTACEA

(Erste Hälfte).

Mit 50 lithographirten Tafeln.



Leipzig und Heidelberg.

C. F. Winter'sche Verlagshandlung.

1866 — 1879.



Fünfter Kreis.

Gliederfüssler: *Arthropoda*.

I. Einleitung.

1. **Namen.** Der spezielle Zweig der Zoologie, welcher sich mit den Gliederthieren im engeren Sinne befasst, wird nach der für dieselben von Aristoteles eingeführten Benennung *ἔντομα* bereits seit der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts allgemein als Entomologie bezeichnet, wiewohl diese, wie es scheint, zuerst von Scopoli (1763) eingeführte und besonders durch Fabricius (1775) in Aufnahme gekommene Benennung in späterer Zeit auch sehr häufig auf die Lehre von den eigentlichen Insekten (*Hexapoda*) beschränkt worden ist. Nachdem die Aristotelische Benennung *ἔντομα* von Plinius in „*Insecta*“ übertragen worden war, wurde letzterer Name sowohl während des Mittelalters als in neuerer Zeit bis auf John Ray (1705), Linné (1735) und Fabricius (1775) auf sämtliche, bis dahin noch nicht in Klassen geschiedene Gliederfüssler angewandt, bis er zuerst durch Cuvier (1800), de Lamarck und Latreille (1806) auf eine einzelne Hauptgruppe derselben beschränkt wurde. Die bald darauf (1812) von Cuvier eingeführte Bezeichnung Gliederthiere (*Animalia articulata*) umfasst in gleicher Weise wie die später von Burmeister (1837) und Bronn (1850) vorgeschlagenen: *Arthrozoa* und *Entomozoa* ausser dem hier in Rede stehenden Thierkreise theils die Annulaten allein, theils die Vermes insgesamt, während die erste auf die Gliederfüssler beschränkte Benennung: *Condylopoda* von Latreille*) (1825) herrührt. Obwohl der Priorität nach die vorzugsweise berechnete, ist dieselbe dennoch heut zu Tage fast allgemein der von v. Siebold (1848) aufgestellten: *Arthropoda* (Gliederfüssler) gewichen, wie denn letztere auch die von Oken herrührenden

*) Latreille schrieb (Familles naturelles du règne animal. Paris, 1825) unrichtig und zugleich unverständlich „*Condylopes*“ (*Condylopa*); dass er aber damit „*Condylopoda*“ meinte, geht aus seiner Interpretation „pourvus de pieds articulés“ (in Cuvier, le Règne animal, nouv. édit. Paris 1829. Tom IV. p. 1) deutlich hervor.

und von Burmeister beflurworteten deutschen Namen: Kerbthiere, Kerfe fast vollständig verdrängt hat.

2. **Geschichte.** Dem Umstande, dass diejenigen Thiere, welche wir gegenwärtig als Arthropoden (Gliederfüssler) zusammenfassen, sich im Allgemeinen schon durch ihre äussere Erscheinung als ein fester in sich abgeschlossener Formenkreis zu erkennen geben, als dies bei den meisten übrigen Evertebraten-Typen der Fall ist, muss es hauptsächlich zugeschrieben werden, dass sie bereits von Aristoteles in ihren verwandtschaftlichen Beziehungen ziemlich richtig erfasst wurden. Indem er als ihren wesentlichsten Charakter die durch Quereinschnitte bewirkte Gliederung des Körpers ansah, belegte er sie mit dem Namen ζῶα ἔντομα und begriff unter demselben, wie sich aus verschiedenen Stellen seiner *Historia animalium* (Lib. IV. cap. 1 u. 7) und „*De generatione animalium*“ (Lib. I. cap. 16) mit Sicherheit ergibt, ausser den eigentlichen Insekten auch die Arachniden und Myriopoden, vermuthlich aber auch einige Land-Crustaceen (Isopoden). Nur die grösseren Schalenkrebse, welche er im Gegensatz zu den in harten Gehäusen eingeschlossenen Weichthieren (*Ostracoderma*) als *Malacostraca* bezeichnete, trennte er durch Einschiebung der Muscheln und Schnecken ganz von den *Entomis* ab, während er diesen andererseits noch einige Helminthen und Annulaten beizählte. Mit der inneren Organisation unserer Thiere völlig unbekannt, über ihre Entstehung und Fortpflanzung noch häufig im tiefsten Aberglauben befangen, war er dennoch als scharfsinniger Beobachter ihres Wesens und Treibens über viele ihrer biologischen Verhältnisse genau, theilweise selbst in überraschender Weise unterrichtet.

Wie in der beschreibenden Naturkunde überhaupt, so schloss auch im Bereich der Entomologie mit des Aristoteles Ueberlieferungen die wissenschaftliche Forschung bis gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts fast vollständig ab: denn weder Plinius im Alterthum, noch die Naturhistoriker des Mittelalters und der Reformationszeit, wie Albertus Magnus, Wotton und Conrad Gesner, erhoben sich zu selbstständiger Beobachtung, beschränkten sich vielmehr darauf, den Aristoteles zu commentiren oder standen wenigstens noch in vollständiger Abhängigkeit von ihm. Letztere ist selbst noch bei Thomas Moufet (1634) deutlich ersichtlich, da derselbe in seinem „*Insectorum seu minimorum animalium theatrum*“, in welchem er ausser seinen eigenen Wotton's und Conr. Gesner's Kenntnisse über die Gliederthiere zusammenstellte, sich streng an den von Aristoteles vorgezeichneten Umfang dieser Thiergruppe und selbst an die von diesem eingeschlagene Reihenfolge hielt. Uebrigens machte sich derselbe ebenso wie Ulysses Aldrovandus (1522—1605) und Joh. Jonston (1603—1675) durch ziemlich kenntliche Abbildungen zahlreicher Kerfe um die Kenntniss derselben immerhin verdient.

Nachdem bekanntlich durch Andr. Vesalius die Wiedergeburt der eigentlich empirischen, auf selbstständiger Beobachtung beruhenden Naturforschung angebahnt und durch Will. Harvey's grosse Entdeckung im

Bereiche der Physiologie eine mächtige Anregung zu gleichen Bestrebungen in den verwandten Disciplinen gegeben worden war, erstanden noch zu Letzteres Lebzeiten und zwar gleichzeitig an verschiedenen Orten auch für die Zoologie eben so begabte wie unermüdliche Forscher, welche durch ihre sorgsamem und zum Theil meisterhaften Beobachtungen gerade im Bereich der niederen Thiere die Aristotelische Methode nach langer Ruhe wieder zur Geltung brachten. Während die biologischen Forschungen durch den Holländischen Maler Joh. Goedart (1620—1668) wieder in Anregung gebracht und bald nachher von Martin Lister in England (1638—1711) fortgesetzt wurden, erstanden als Begründer der Entomotomie unabhängig von-, aber gleichzeitig nebeneinander Franc. Redi (1626—1697) in Toscana, Marc. Malpighi (1628—1694) in Bologna, Ant. van Leeuwenhoek (1632—1723) und Joh. Swammerdam (1637—1685) in den Niederlanden, vier Namen von unsterblichem Ruhm, wie sie selten eine Wissenschaft an ihrer Wiege aufzuweisen hat. Mit Hinweglassung des wortreichen, aber inhaltsleeren literarischen Apparates, so wie des unfruchtbaren Schematisirens ihrer Vorgänger stellten sich die genannten Forscher ausschliesslich auf den Boden der Empirie, so dass wir in ihren Werken nicht mehr den früheren Wust der Compileren fremder Meinungen, sondern die einfache, naturgetreue Darstellung ihrer an lebenden Organismen angestellten Beobachtungen zu lesen bekommen *). Eröffneten schon die Untersuchungen von Malpighi und Leeuwenhoek eine selbst dem Aristoteles verschlossen gebliebene Einsicht in die wunderbaren Organisationsverhältnisse einzelner Gliederthiere, so waren es doch ganz besonders die eben so umfassenden, als mit erstaunenswerther Mühseligkeit angestellten Beobachtungen Swammerdam's, welche eine ganze Welt ungeahnter Erscheinungen zu Tage förderten und dadurch zu eifrigem Fortschreiten auf diesem so erfolgreich angebahnten Wege anspornen mussten. Uebrigens beschränken sich seine Verdienste keineswegs, wie vielfach angenommen wird, auf die Förderung der Anatomie und Biologie der Gliederthiere, in welchem Felde z. B. seine Naturgeschichte des Haftes (*Ephemera*) und die Anatomie der Honigbiene noch heute zu Tage für klassisch und als Muster von Sorgsamkeit und Treue der Beobachtung gelten können, — sondern in gleicher Weise auf die damals freilich noch kaum im Entstehen begriffene Systematik derselben. Die erst im gegenwärtigen Jahrhundert wieder aufgenommene physiologische Eintheilung der Insekten nach der Art ihrer Metamorphose, welche letztere von Linné und seinen Nachfolgern ganz ausser Acht

*) Swammerdam präcisirt diesen von ihm eingenommenen Standpunkt im 3. Kapitel seiner (nach seinem Tode von Boerhaave herausgegebenen) Bibel der Natur in seiner bekannten naiven Weise folgendermassen: „Wir verlassen aber diejenigen Gelehrten (nämlich Mousfet u. A.), welche sich auf eine sehr verkehrte Weise einbilden, dass alle und auch diese Wahrheiten in den alten und berühmten Schriftstellern erklärt und aufgelöset sind, da doch die fruchtbare Natur uns in jeglichem Sommer dieselben nackend und deutlich vor Augen legt“ u. s. w.

gelassen wurde, findet sich bereits bei Swammerdam mit der ihm eigenthümlichen Schärfe und Klarheit hingestellt und ist nach seinem Beispiel bereits von John Ray (*Historia Insectorum*, 1710) systematisch verwerthet worden.

Bei dem vielseitigen Interesse, welches jetzt der neugeborenen Wissenschaft entgegengebracht wurde und bei dem regen Eifer, der sich behufs ihres weiteren Ausbaues überall bekundete, machte sich bald das Bedürfniss geltend, sowohl das bereits bekannte und allmählig immer reicher zuströmende Material einer leichteren Uebersicht halber systematisch zu gliedern, als demselben durch eine allgemein giltige Nomenklatur eine festere Handhabung zu sichern. Nachdem im Bereiche der Entomologie der ersteren Anforderung bereits durch John Ray (1628—1704) bis zu einem gewissen Grade genügt worden war, trat in letzterer Beziehung Carl Linné (1707—1778) als Reformator für die beschreibende Naturwissenschaft im Allgemeinen auf. Seine durchgreifende Eintheilung der Naturkörper in Klassen, Ordnungen und Gattungen, so wie die von ihm eingeführte Fixirung der Arten durch Beilegung eines Eigennamens gab der wissenschaftlichen Forschung eine ihr jetzt unentbehrlich gewordene praktische Grundlage. Aber auch für die Entomologie insbesondere ist die Linné'sche Systematik nicht ohne fördernden Einfluss geblieben, wenn sich derselbe auch weniger in der Eintheilung seiner fünften, als *Insecta* bezeichneten Thierklasse in mehrere zum Theil recht künstliche und den bereits durch Swammerdam gewonnenen Beobachtungen keineswegs genügende Rechnung tragende Ordnungen, als vielmehr darin dokumentirte, dass durch sie die gegenwärtig als *Arthropoda* bezeichneten Thiere zuerst naturgemäss vereinigt wurden. Indem nämlich Linné (1735) seine Klasse „*Insecta*“ als *Antennata* den Würmern (*Tentaculata*) gegenüberstellte, schied er nicht nur einige von Aristoteles bis auf Ray den ersteren beigezählte Ringelwürmer davon aus, sondern vereinigte mit denselben auch die bis dahin nach Aristoteles Vorgang davon ausgeschlossenen höheren Crustaceen (*Malacostraca*), so dass bereits durch ihn der Typus der Arthropoden im Grossen und Ganzen nach seinem heutigen Umfange abgegrenzt worden ist.

Gleichzeitig mit dieser ersten Anbahnung einer systematischen Entomologie machte übrigens die biologische Forschung, durch Swammerdam so erfolgreich eingeleitet, die erfreulichsten Fortschritte. In kurzen Zwischenräumen traten nach einander de Réaumur (1683—1757) in Frankreich, Aug. Joh. Roesel (1705—1759) in Deutschland und Carl de Geer (1720—1778) in Schweden auf, durch eben so zahlreiche als sorgsame Beobachtungen im Bereich der eigentlichen Naturgeschichte und besonders der Metamorphose mit einander gleichsam wetteifernd. So anregend indessen auch ihre Forschungen waren, so wich doch die von ihnen vertretene Richtung sehr bald dem mächtigen Anstoss, welchen Linné durch die Aufstellung seines Systemes gegeben hatte. Das Be-

streben, auf dem von ihm zuerst betretenen Wege fortzuschreiten, das von ihm gegründete System weiter auszubauen und einer immer grösseren Vervollkommnung entgegenzuführen, nahm sehr bald alle Kräfte in Anspruch. Da es hier nicht der Ort ist, auf alle systematischen Umänderungen einzugehen, welchen die Linné'sche Klasse der Insekten mit der Zeit unterworfen worden ist, es uns vorläufig vielmehr nur auf eine Darstellung der Hauptversuche, die heutigen vier Klassen der Arthropoden gegen einander abzugrenzen, ankommt, so haben wir aus der grossen Zahl der entomologischen Systematiker hier nur im Verhältniss wenige hervorzuheben und unser Augenmerk hauptsächlich auf die Linné'sche Ordnung der (*Insecta*) *Aptera* zu richten, welche die später als selbstständig hinzustellenden Klassen der Myriopoden, Crustaceen und Arachniden in sich bargen. Unter den Nachfolgern Linné's war es zuerst Joh. Christ. Fabricius (1745—1808) in Kiel, welcher bei Aufstellung seines Systemes einen besonderen Werth auf die verschiedene Bildung der Mundwerkzeuge legend, nach einigen weniger glücklichen vorhergegangenen Eintheilungen (z. B. im *Systema Entomologiae*, 1775) in dem letzten der von ihm verfassten allgemein systematischen Werke (*Entomologiae systematicae supplementum*, 1799) die oben genannten Formen vorläufig wenigstens zu besonderen Ordnungen*) (denjenigen mit beisenden Mundtheilen zugewiesen) der Insekten erhob. Freilich waren unter diesen nur die von ihm als *Mitosata* bezeichneten Myriopoden und die mit dem Namen *Unogata* belegten späteren Arachniden in ihrer Zusammengehörigkeit richtig erfasst worden, während die Crustaceen noch unter die drei Ordnungen: *Polygonata*, *Kleistagnatha* und *Exochnata* vertheilt waren. Naturgemässer gestaltete sich eine ähnliche Abscheidung derselben drei späteren Klassen schon bei Latreille, welcher bereits einige Jahre vor diesem letzten von Fabricius aufgestellten System, nämlich im Jahre 1796, die Linné'schen *Aptera* in sieben selbstständige Ordnungen auflöste, von denen die *Acephala* den Arachniden, die *Entomostraca* und *Crustacea* in Gemeinschaft den heutigen Crustaceen und die *Myriopoda* der gleichnamigen heutigen Klasse, jedoch noch mit Einschluss der *leopoden*, entsprachen. Indessen auch hier ebensowohl wie bei Illiger (1798) waren diese Formen immer noch der Klasse der Insekten einverleibt und dem unter diesen aufgestellten Ordnungen coordinirt geblieben, weangleich durch ihre Hintenanstellung an die eigentlichen Insekten auf eine vorzunehmende Abscheidung von diesen gleichsam schon hingewiesen wurde. Der erste, welcher eine Trennung der *Insecta* Linné's in mehrere von einander unabhängige Thierklassen vornahm, war Cuvier (1800) im Verein mit de Lamarck (1801) und zwar auf Grund der von allen früheren Systematikern kaum berücksichtigten anatomischen Verhältnisse, welche ihn selbst zunächst veranlassten, die Latreille'schen

*) Von Fabricius werden sie abweichend von Linné als „Klassen“ bezeichnet, mit demselben Namen aber auch die Ordnungen der eigentlichen Insekten belegt.

Crustaceen als „mit deutlichen Blutgefäßen versehen“ von den übrigen noch als *Insecta* zusammengefaßten Gliederthieren abzusondern und zum Range einer eigenen Klasse zu erheben, während Lamarck schon im Jahre nachher in gleicher Weise mit den Arachniden verfuhr. Von jetzt ab schritt die allgemeine Systematik der Gliederthiere ihrer heutigen Gestaltung mit schnellen Schritten entgegen, und zwar war es vor Allen P. A. Latreille (1762—1833), dieser scharfsinnigste und erste entomologische Systematiker aller Zeiten, welcher dieselbe in seinen verschiedenen auf einander folgenden Werken einer immer grösseren Vollendung entgegenführte. In dem von ihm bearbeiteten dritten Theile von Cuvier's *Règne animal* (1817) finden wir die beiden bisher nur in allgemeinen Umrissen hingestellten Klassen der Crustaceen und Arachniden bereits im Einzelnen richtig abgegrenzt, indem ersteren die früher noch abgetrennten Isopoden und Entomostracen, letzteren sogar schon die Pycnogoniden zugewiesen sind; im Jahre 1825 endlich auch nach Leach's Vorgang (1815) die bis dahin noch mit den Insekten verbundenen Myriopoden als vierte Klasse hingestellt.

Datirt somit die gegenwärtig giltige Eintheilung der Arthropoden in vier gleichwerthige Klassen, wie sie wenigstens von Leuckart (1848), Bronn (1850) und Gerstaecker (seit 1855) angenommen worden ist, bereits seit Latreille und Leach, so hat es doch in der Zwischenzeit durchaus nicht an Versuchen gefehlt, die Zahl und den Umfang dieser Klassen nach verschiedenen Richtungen hin zu modificiren. Ganz besonders war es die Klasse der Myriopoden, welche als ein wahrer Spielball der Systematiker die verschiedensten Beurtheilungen erfahren und je nach diesen alle nur möglichen Stellungen eingenommen hat. Uebereinstimmend mit der früheren Ansicht von Latreille (1817) haben sie Mac Leay (1821), Kirby (1826), Brandt (1841) und van der Hoeven (1850) mit den eigentlichen Insekten, de Lamarck (1818) und Burmeister (1837) mit den Arachniden, Erichson (1840) und nach ihm v. Siebold (1848) mit den Crustaceen vereinigt, ohne für ihre Ansichten überzeugende Beweise beigebracht zu haben, vielmehr gerade durch die Divergenz derselben am deutlichsten ihre Selbstständigkeit nachweisend. Noch vereinzelter ist in Betreff der Crustaceen die Ansicht Erichson's (1840) geblieben, wonach die Entomostracen eine von den übrigen Formen verschiedene Klasse abgeben sollten, während sich dieselben durch die neueren Forschungen im Bereich der Carcinologie gerade als vollständig von ihnen untrennbar herausgestellt haben. Endlich hat man den vier bisher genannten Klassen als fünfte die Rotatorien anreihen wollen, ohne zu beachten, dass durch eine solche Heranziehung die einheitliche Gestaltung des Arthropoden-Kreises vollständig verloren gehe. Nachdem Burmeister (1837) diese Thiere auf eine oberflächliche Aehnlichkeit in ihrer Gesamt-Erscheinung hin sogar den Crustaceen selbst zugetheilt hatte, sprachen sich Leydig (1854), Gegenbaur (1859) und Carus (1863) für ihre Zugehörigkeit zu den Arthropoden aus, während

eine solche von C. Vogt (1856), Leuckart und Gerstaecker bestritten wurde.

Während nun in der angegebenen Weise einerseits eine immer fester begründete Scheidung der Linné'schen Insekten in mehrere, einander als gleichwerthig gegenüberstehende Thierklassen angestrebt wurde, machte sich andererseits auch wieder das Bedürfniss fühlbar, den nahen Beziehungen derselben unter einander und hauptsächlich im Gegensatz zu den übrigen Thierklassen einen entsprechenden Ausdruck zu geben. In diesem Sinne vereinigte zuerst Cuvier (1812), indem er als Gegengewicht gegen die Ansicht der Naturphilosophen von der Stufenleiter der Organismen seine Typen des Thierreichs aufstellte, die vier (bei ihm nur drei) hier in Rede stehenden Klassen in Gemeinschaft mit den Annulaten zu einem besonderen Unterreiche, welches er als dasjenige der Gliederthiere (*Articulata*) bezeichnete. Obwohl diese Gliederthiere im Cuvierschen Sinne noch heut zu Tage von manchen Zoologen, wie z. B. von Burmeister und Bronn (von letzterem auch noch in der Einleitung zu gegenwärtigem Werke) als ein in sich abgeschlossener Typus des Thierreichs angesehen werden, so machte sich doch von anderer Seite bald die entgegengesetzte Ansicht geltend, wonach derselbe in zwei selbstständige Typen, den der Gliederthiere im engeren Sinne und denjenigen der Würmer (*Vermes*) zu zerlegen sei. Die erste Andeutung zu einer derartigen Eintheilung findet sich bereits bei de Lamarck (1816), welcher die Anneliden von den eigentlichen Articulaten nach dem Mangel der Gliedmaassen absonderte, bis Latreille (1825) diesem Unterschiede dadurch einen Ausdruck gab, dass er die Klassen der *Insecta*, *Myriopoda*, *Arachnida* und *Crustacea* unter dem Collectivnamen *Condylopotla* zusammenfasste. Nach ihm wurde eine entsprechende Sonderung auch von Erichson (1841) und in noch eingehenderer Weise von R. Leuckart (1848) durch den Hinweis auf den wesentlich verschiedenen Bauplan der Annulaten befristwortet. Während von Siebold, der zuerst (1848) die Annulaten mit den übrigen Würmern zu einem besondern Typus vereinigte, diesen sogar durch die dazwischengestellten Mollusken von den Articulaten im engeren Sinne (*Arthropoda* v. Sieb.) ganz entfernte, hat man neuerdings (van der Hoeven, Gegenbaur, Carus, Gerstaecker) wieder durch einen näheren Anschluss beider ihre engere Verwandtschaft anerkannt, trotzdem aber die Selbstständigkeit beider Typen und gewiss mit Recht festgehalten.

Um übrigens den Typus der Arthropoden einerseits von dem ihm zunächst verwandten der Würmer scharf abzugrenzen, andererseits ihn in allen seinen, wenn auch nur hauptsächlichsten Modifikationen festzustellen, bedurfte es, wie sich von selbst versteht, nicht nur der speziellen Kenntnissnahme einer grossen Anzahl einzelner Formen, sondern auch ganz besonders eines auf die Ergründung der zwischen ihnen bestehenden Homologien gerichteten, sehr ausgedehnten Vergleiches derselben. Das Verdienst, in letzterer Beziehung den Weg angebahnt zu haben, gebührt

vor Allen J. C. Savigny, welcher im ersten Theile seiner berühmten Mémoires sur les animaux sans vertèbres (1816) nicht nur die morphologische Gleichwerthigkeit der in den verschiedenen Insektenordnungen unter sehr abweichenden Formen und gegenseitigen Beziehungen auftretenden Mundwerkzeuge auf das Unzweideutigste nachwies, sondern auch unter Hinzuziehung der übrigen, von ihm als *Apiropoda* zusammengefassten Arthropoden-Klassen auf die allmählichen Uebergänge, welche zwischen den als Kiefer, Kieferfüsse, Schreitbeine, Scheeren u. s. w. bezeichneten Gliedmaassen beständen, aufmerksam machte, um sie als Modifikationen eines und desselben Grundtypus darzustellen. Nach ihm sind verschiedene ähnliche, auf den Vergleich zahlreicherer typischer Formen basirte Versuche, die sich neben den Gliedmaassen zugleich auf die Segmentirung des Körpers selbst ausdehnten, theils wie von Latreille und Audouin (1820), de Haan (1827), Straus-Dürckheim (1828), Erichson (1840), Brullé (1844), Leuckart (1848) und Sundevall (1861) auf morphologischer, theils wie besonders von Zaddach (1847 bis 1854) auf embryologischer Basis durchgeführt, für einzelne Klassen ausserdem auch von Dugès (1834), Brandt (1834), Zenker (1854), Claus (1862) und Fr. Müller (1864) vorgenommen worden. Obwohl dieselben auch gegenwärtig noch nicht zu einem nach allen Seiten hin befriedigenden Abschluss geführt, vielmehr in Bezug auf die Homologien mancher Körpertheile recht divergirende Ansichten zu Tage gefördert haben, so sind sie doch unstreitig als der Ausgangspunkt für ein allmählig immer tieferes Eindringen in die wesentlichen Eigenthümlichkeiten anzusehen, welche zunächst wenigstens der äussere Körperbau der Arthropoden darbot. Ganz besonders war es unter den erwähnten Autoren Straus-Dürckheim, welcher in der Einleitung zu seinen klassischen „*Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés*“ (1828), auf den Savigny'schen Ausführungen fussend, die heutige Auffassungs- und Anschauungsweise vom Arthropoden-Körper in allen wesentlichen Punkten einleitete. Indem derselbe zur näheren Begründung der von Cuvier aufgestellten Typen die entsprechenden Organsysteme einem speziellen Vergleich unterzog, wies er zunächst auf die physiologische Bedeutung der (von ihm gleichzeitig auf ihre Struktur untersuchten) gegliederten Körperbedeckung der Arthropoden dadurch hin, dass er sie nach dem Vorgang von Eschscholtz (1820), Audouin (1824) und v. Baer (1826) im Gegensatz zu dem inneren Knochenskelet der Wirbelthiere als äusseres Hautskelet bezeichnete und dieser Auffassung gleichzeitig durch die von Odier und Lassaigue nachgewiesene chemische Zusammensetzung derselben (Chitine, Entomeiline) eine Stütze zu geben suchte. Sodann hob er als Unterschied von den Annulaten einerseits die der erhärteten Körperhaut zukommende heteronome Segmentirung, andererseits das Verhältniss der Gliedmaassen zu den einzelnen Körpersegmenten, ganz besonders ihren Einfluss auf Grösse und Gestaltung derselben hervor: ja, es schwebte ihm bereits das durch die

embryologischen Forschungen der neueren Zeit nachgewiesene Gesetz, wonach ein Gliedmaassenpaar jedesmal der Exponent eines Körpersegments ist, z. B. in seiner Betrachtung des Insektenkopfes deutlich vor.

In gleicher Weise wie die Morphologie nahm auch die Anatomie der Gliederthiere nach zahlreichen vorausgegangenen Spezialarbeiten durch Einschlagen einer mehr vergleichenden Betrachtungsweise allmählig eine einheitlichere Gestaltung an. Nachdem Swammerdam bereits zu Ende des 17. Jahrhunderts so glänzende Erfolge in der Entomotomie erzielt hatte, war es nach langer Pause zuerst Lyonet (1760), welcher diesem Zweige der Forschung durch seine für alle Zeiten denkwürdige Anatomie der Weidenbohrer-Raupe einen erneuten Aufschwung und Glanz verlieh und nachdem ihm J. F. Meckel (1809), Marc. de Serres (seit 1809), Ramdohr (1811), Suckow (1818) u. A. auf diesem Gebiete gefolgt waren, an Straus-Dürckheim (1828) einen ebenbürtigen Nachfolger fand. Durch besonders zahlreiche Einzel-Untersuchungen, welche sich auf die verschiedensten Typen sämtlicher Klassen und Ordnungen erstreckten, that sich seit 1811 bis auf die Jetztzeit L. Dufour in Frankreich, durch mehr vergleichende anatomisch-physiologische Forschungen gleichzeitig Treviranus (seit 1809) hervor, während in den zootomischen und vergleichend anatomischen Handbüchern von G. Carus, Joh. Müller, Frey und Leuckart, v. Siebold u. A. neben der Zusammenstellung bereits bekannter gleichzeitig eine Fülle neuer selbstständiger Untersuchungen niedergelegt wurde. Nachdem durch diese und zahlreiche andere Forscher eine grosse Menge von Einzelbeobachtungen beigebracht waren, wandte man sich jetzt gleichfalls einer vergleichenden Untersuchung der einzelnen Organsysteme und ihren Modificationen innerhalb der verschiedenen Klassen und Ordnungen der Arthropoden zu. So wurde die Anatomie und Physiologie des Nervensystems während der letzten Decennien besonders durch Cuvier, Geoffroy St. Hilaire, Joh. Müller, Newport, Blanchard, Faivre und Yersin, diejenige der Gesichtsorgane durch J. Müller, Dujardin, Will, Gottsche, Leydig, Gegenbaur, Leuckart, Claus, Claparède und Dor, die der übrigen Sinnesorgane durch Erichson, Leydig, Farre, v. Siebold, Leuckart, Braxton Hicks, Lespès, Claparède, Claus und Fr. Müller, die der Drüsenorgane besonders von H. Meckel, Will und Leydig, des Circulations- und Respirationsapparates durch Newport, Marc. de Serres und Williams, der Geschlechtsorgane von Stein, v. Siebold und Leuckart gefördert. In entsprechend vergleichender Weise wurde die gesammte Anatomie dieser Thiere in neuester Zeit ferner durch Gegenbaur und Leydig, die Physiologie durch Milne Edwards, die Histologie durch Leydig in eigenen Hand- und Lehrbüchern, letztere ausserdem besonders durch Kölliker behandelt.

Indem auf diese Weise sich die morphologischen und anatomischen Forschungen in die Hände arbeiteten, um ein sich immer fester gestaltendes Bild von dem Bauplane des Arthropoden-Körpers gewinnen zu

lassen, war es ganz besonders den erst während der letzten Decennien sich geltend machenden Untersuchungen im Bereich der Embryologie vorbehalten, die auf vergleichend anatomischem Wege gewonnenen Resultate zu bestätigen, resp. zu ergänzen. Von den wenigen Angaben nämlich abgesehen, welche bereits ältere Beobachter gelegentlich über die Entwicklung der Arthropoden im Ei beigebracht haben, wurde dieses schwierige Feld der Untersuchung mit besonderem Erfolg zuerst in Deutschland, und zwar fast gleichzeitig von H. Rathke (1829) und Herold (1824) betreten. Ersterer liess seinen berühmten Untersuchungen über die Bildung und Entwicklung des Flusskrebsses, in welchen er die nach der Befruchtung im Ei auftretenden allmählichen Veränderungen bis zur vollständigen Ausbildung des Embryo genau verfolgte, bald (1832) die Entwicklungsgeschichte einiger Insekten (*Blatta*, *Gryllotalpa*) und später (1837) in den Reisebemerkungen aus Taurien diejenige mehrerer anderer Crustaceen und Arachniden folgen, während seine sehr zahlreichen übrigen Forschungen, wie er sie lange Jahre hindurch fortgesetzt und auf die verschiedensten Arthropoden-Formen ausgedehnt hat, leider keinen vollständigen Abschluss erreicht, aber in ihrer fragmentarischen Weise wenigstens nachträglich (1862) eine Veröffentlichung erfahren haben. Herold publicirte zunächst seine Beobachtungen über die Entwicklung der Arachniden, später (1835—38) über die der Insekten im Ei und erhielt in letzterem Felde bald einen Nachfolger an Kölliker (1842). Die wichtigen und interessanten Gesichtspunkte, welche dieser eröffnete, gaben demnächst einer grössern Anzahl von Forschern, wie v. Wittich (1849), Zaddach (1854), Leuckart (1858), Huxley (1858), La Valette (1859), Claparède (1862), Weismann (1863) u. A. eine Anregung, derartige Untersuchungen auf zahlreichere Arthropoden-Formen auszudehnen und durch eine vergleichende Betrachtung zugleich die Gewinnung einheitlicher Anschauungen anzustreben.

So fruchtbar indessen auch diese sowohl als die anatomischen Forschungen nach der bezeichneten Richtung waren, so konnte ihnen doch ein wesentlicher Einfluss auf die Gestaltung des Systems der Gliedertiere weder im Allgemeinen noch im Speziellen zugestanden werden. Dagegen machte sich ein solcher durch die Erforschung der im Bereiche der Arthropoden bekanntlich weit verbreiteten nächembryonalen Entwicklung, der sogenannten Metamorphose, in verschiedener Weise geltend. Zunächst war es der bei der Entwicklung der eigentlichen Insekten bereits von Swammerdam beobachtete und in seiner Bibel der Natur dargelegte zwiefache Modus der Metamorphose, welcher den physiologischen Systematikern des 19. Jahrhunderts, wie besonders Oken, Mac Leay, Burmeister u. A. Anlass zu einer Sonderung und festeren Abgrenzung der einzelnen Ordnungen gab. Sodann konnte aber nur auf Grund der seit Goedart (1662) und seinen Zeitgenossen von zahlreichen Beobachtern an noch viel zahlreicheren, ja fast unzähligen Arten festgestellten Metamorphose der Thierkreis der Arthropoden um gewisse Formen be-

reichert werden, welche ohne Kenntniss ihrer früheren Entwicklungsstufen demselben vielleicht niemals als angehörig erkannt worden wären. Wir beschränken uns in dieser Beziehung hier nur auf Anführung der früher zu den Mollusken gestellten, aber durch die Beobachtung Thompson's (1830) als Crustaceen nachgewiesenen Cirripeden, auf die zuerst durch v. Nordmann (1832) aus der Klasse der Eingeweidewürmer entfernten Lernaeen, so wie auf die durch die Entdeckung Schubaert's (1853) den Arachniden zugewiesenen Pentastomen, indem wir für die übrigen, in entsprechender Weise translocirten Gruppen auf die geschichtliche Einleitung zu den einzelnen Klassen verweisen.

Auch die spezielle systematische Entomologie, so weit sie sich mit der Feststellung der Ordnungen, Familien und Gattungen, besonders aber mit der Charakteristik der unter den Arthropoden in überreicher Fülle vorhandenen Arten beschäftigt, kann in ihrer Entwicklung vorzugsweise nur bei den einzelnen Klassen in Betracht gezogen werden. Es musste dieser Zweig des Studiums selbstverständlich einen entgegengesetzten Weg als die bisher hervorgehobenen einschlagen, indem er bei dem sich allmählig mehr anhäufenden Material auf eine immer grössere Anzahl von Spezialforschern vertheilt und einer zusammenfassenden Bearbeitung entzogen werden musste. Daher wird sich unsere gegenwärtige Darstellung nur auf diejenigen Entwicklungsphasen der systematischen Entomologie zu beschränken haben, welche in die Zeit der älteren Autoren, so weit sie noch das ganze Feld der Wissenschaft beherrschten, fallen. Um zunächst auf die Artenkenntniss einzugehen, so war dieselbe in der Vor-Linné'schen Zeit zum grössten Theile eine eben so beschränkte als mangelhafte. Die theils in speziell entomologischen Werken, wie von Aldrovandus (1602), Moufet (1634), Jonston (1653), theils in allgemein zoologischen oder naturhistorischen Sammelwerken (Rondelet 1554, Marcgraf 1648, Piso 1658, Rumph 1705, Petiver 1702 u. A.) bekannt gemachten Arten waren aus den, einer allgemein verständlichen Terminologie noch entbehrenden Beschreibungen oft so gut wie gar nicht, aus den beigelegten Abbildungen häufig nur mit Mühe und meist auch nur annähernd zu erkennen. Ueberdies beschränkte man sich in allen diesen Werken nur auf solche Arten, welche durch Färbung und Form besonders in die Augen fielen; ihre Abbildungen sollten vorzugsweise nur das Staunen des sie Betrachtenden erwecken. Das Erscheinen von Linné's *Systema naturae* in zwölf hintereinander folgenden, immer mehr vervollständigten Ausgaben (1735—1766), sowie die Einführung einer festen Terminologie und Nomenklatur brachte dagegen einen schnellen Umschwung in der Artenkenntniss hervor. Während Linné selbst (1766) im Bereich der Arthropoden bereits 3091 Arten, auf 86 Gattungen vertheilt, verzeichnen konnte, mussten praktische Anleitungen zu einer sach- und kunstgemässen Beschreibung, wie sie ausser von Linné selbst (*Fundamenta Entomologiae*, 1767) von Schäffer (*Elementa Entomologiae*, 1766) und besonders von Fabricius (*Philosophia entomologica*, 1778)

in schneller Aufeinanderfolge veröffentlicht wurden, bei weiter erweckter Theilnahme für diesen Gegenstand ein schnelles Anwachsen der Arten in Aussicht stellen. Neben Scopoli, Rossi, Panzer u. A. war es ganz besonders Fabricius, welcher dieses Feld sowohl in seinen sich über sämtliche Arthropoden-Klassen verbreitenden, als auch in seinen speziellen entomologischen Werken mit besonderer Energie bearbeitete, so dass er beim Abschluss seiner *Entomologia systematica* (1794) bereits mehr denn dreimal so viel Arten als Linné, nämlich 9609 zusammengestellt und beschrieben hatte. Gleichzeitig mit diesem rapiden Zuwachs an Arten, unter denen sich viele und zwar besonders die jetzt in grösserer Masse zuströmenden exotischen zugleich von den früher bekannten recht auffallend unterschieden, stellte sich aber auch das Bedürfniss ein, die Zahl der Gattungen beträchtlich zu vermehren. Die 86 von Linné angenommenen wuchsen in einem Zeitraum von 11 Jahren durch Fabricius (*Genera Insectorum*, 1777) bereits auf 185 an, um sich abermals dreissig Jahre später, nachdem Bosc, O. F. Müller, de Lamarck und Walckenaer im Bereich der Crustaceen, Myriopoden und Arachniden, Clairville, Geoffroy, Herbst, Illiger, Jurine, Meigen, Olivier, Panzer, Paykull, Scopoli, Spinola, Thunberg, Weber u. A. unter den eigentlichen Insekten ihre Zahl wesentlich vermehrt hatten, unter besonders ausgedehnter Mitwirkung Latreille's (*Précis des caractères génériques des Insectes*, 1796 und *Genera Crustaceorum et Insectorum*, 1806) schon auf mehr als 800 zu belaufen. Da jedoch eine Vermehrung der höheren systematischen Abtheilungen, z. B. der Ordnungen, nicht in entsprechender Weise erfolgt war, so musste sich abermals das Bedürfniss fühlbar machen, die innerhalb einer solchen Ordnung zusammengehäuften Gattungen einer spezielleren Gliederung zu unterwerfen — und so unternahm es zuerst Latreille in seiner *Histoire naturelle des Crustacés et des Insectes* (1802), vielleicht durch das gleiche Vorgehen Jussieu's in der Botanik (1789) angeregt, eine Gruppierung der Gattungen unter natürliche Familien einzuführen. Nachdem er dieselben sowohl in dem eben genannten Werke, als auch in den *Genera Crustaceorum et Insectorum* (1806) vorläufig nur ihrem Umfange nach angedeutet und mit Namen belegt hatte, ohne indessen, wie es wenigstens aus de Lamarck's *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* hervorzugehen scheint, bei den gleichzeitigen Systematikern mit denselben besonderen Anklang zu finden, erörterte er sie nachträglich (1825) in seinen *Familles naturelles du règne animal* speziell in ihren Charakteren, um sie von dieser Zeit an für immer in der zoologischen Systematik eingebürgert zu sehen. Die Einführung dieser natürlichen Familien musste für letztere um so mehr Epoche machen, als sie sich nicht nur als ein nothwendiges Zwischenglied zwischen Ordnungen und Gattungen, sondern auch als diejenige Vereinigung von verwandten Formen ergaben, welche der Natur selbst offenbar in viel höherem Grade entlehnt war, als man dies von den oft wenig homogenen höheren

Abtheilungen und noch weniger von den besonders in späterer Zeit nur allzu willkürlich errichteten Gattungen sagen kann. Für die Entwicklung der systematischen Entomologie waren sie aber von um so grösserer Bedeutung, als seit ihrer Einführung durch Latreille das System selbst erst eine streng logische Gliederung annahm; die Werthbestimmung der unterscheidenden Merkmale, die präcise Form ihrer Auseinandersetzung und Gegenüberstellung, welche allein der Systematik einen wissenschaftlichen Charakter verleihen, sind von ihm zuerst vorgezeichnet worden. So ist denn auch in dieser Beziehung eine wichtige Epoche in der Entomologie durch den Namen Latreille's bezeichnet, während ihm auch ohne dies sein unübertroffener systematischer Scharfblick, sein überall zutreffendes Urtheil, die Treue und Gewissenhaftigkeit seiner Untersuchungen, endlich auch die gleichmässige Beherrschung des ganzen, bereits zu seiner Zeit so umfangreichen Feldes der Wissenschaft für alle Zeiten den ersten Platz unter den entomologischen Systematikern sichern müssen.

Seit Latreille vertheilt sich die Geschichte der systematischen Entomologie fast ganz auf die einzelnen nach seinem Vorgange angenommenen Klassen. Wir haben aus der nachfolgenden und zum Theil aus der ihm vorangehenden Periode nur noch einiger theils encyclopädischer, theils iconographischer und faunistischer Unternehmungen als sich auf sämtliche Arthropoden erstreckend, zu erwähnen. Um die Publikation von encyclopädischen Werken haben sich besonders die Franzosen verdient gemacht. Neben mehreren, während der Jahre 1816—1848 erschienenen Ausgaben des Dictionnaire des sciences naturelles, welche zahlreiche Spezial-Artikel aus allen Theilen der Entomologie, von den bewährtesten Fachmännern verfasst, enthalten, ist in dieser Richtung ganz besonders die von Olivier im Verein mit Latreille, Lepeletier, Serville u. A. während d. J. 1789—1825 verfasste Encyclopédie méthodique, Entomologie ou Histoire naturelle des Crustacés, des Arachnides et des Insectes als ein Werk zu erwähnen, welches besonders in seinen später publicirten Theilen noch heut zu Tage als eine der wichtigsten Quellen für die Artenkenntniss gelten muss. Ein Gleiches ist von den in anderer Weise angelegten Suites à Buffon zu sagen, welche im J. 1798 begonnen und bis auf den heutigen Tag fortgeführt, allmählig zu einem sehr umfangreichen Sammelwerk monographischer Arbeiten über fast sämtliche Theile der Entomologie herangewachsen sind. Ausser Latreille, dessen oben erwähnte Histoire naturelle des Crustacés et des Insectes gleichfalls einen Theil derselben ausmacht, haben sich an der Bearbeitung derselben Lacordaire, Amyot, Serville, Boisduval, Guenée, Rambur, Lepeletier, Macquart, Walckenaer, Gervais und Milne Edwards betheiliget, ohne freilich in den von ihnen behandelten Abtheilungen eine einheitliche Methode festzuhalten, vielmehr nur in der bildlichen Darstellung der wesentlichsten Gattungs-Repräsentanten übereinstimmend. Als ähnliche Werke mit vorwiegend iconographischem Charakter sind ausserdem diejenigen von Audouin und Milne Edwards

(1828), Guérin's *Iconographie du règne animal* (1829—1844) und die neue illustrierte Ausgabe von Cuvier's *Règne animal* (1849) für Frankreich, Edw. Griffith's *The animal kingdom* (1824—1833) für England zu erwähnen, als eine *Iconographie* der Arthropoden ohne systematische Tendenz Guérin's *Magasin de Zoologie*, 3. Sect. *Animaux articulés* (1831—1845) zu nennen. Die Zahl der Gesammtfaunen stellt sich im Verhältniss zu den zahlreichen, auf einzelne Klassen und Ordnungen beschränkten als eine sehr geringe heraus. Der *Fauna Suecica* Linné's (1746) folgten für Europa diejenigen von Scopoli (1763), Schrank (1781), Schäffer (1766—1779), Panzer und Herrich-Schäffer (1793—1844) als Deutsche, von E. L. Geoffroy (1762) für die Umgegend von Paris, von Rossi (1790) für Etrurien, von Oronzio und Achille Costa (1832 bis jetzt) für Neapel, von Rosenhauer (1856) für Andalusien, von Lucas (1853) für Creta. In Bezug auf Afrika sind die Faunen der Canarischen Inseln von Brullé (Webb et Berthelot, 1835—1850), die Algerische Fauna von Lucas (1847—49), die Savigny'sche Bearbeitung (meist nur Abbildung) der Arthropoden in der *Expédition de l'Égypte* (1812), die Fauna des Gabon von J. Thomson (1858) und diejenige der Insel Bourbon von Maillard (1862) hervorzuheben. Reichhaltiger als die Mehrzahl dieser afrikanischen sind mehrere unter den bis jetzt herausgegebenen amerikanischen Faunen, unter denen besonders diejenigen von Perty (1830—34) und de Castelnau (1858) über Brasilien, von Claudio Gay (1849—1852) über Chile, von Ramon de la Sagra (1856) über Cuba und von Schomburgk und Erichson (1848) über British Guyana eine nähere Erwähnung verdienen.

Noch in viel beschränkterem Maasse, als dies mit den Arthropoden der Jetztzeit der Fall ist, sind bis jetzt zusammenhängende faunistische Bearbeitungen von den untergegangenen Formen gegeben worden; keine einzige der bis jetzt vorliegenden paläontologischen Faunen erstreckt sich auf sämmtliche, die meisten nur auf einzelne Klassen oder selbst Ordnungen der Gliederthiere. Marcel de Serres' Abhandlungen über die Arachniden und Insekten der Tertiärgelände von Aix (1828) und G. C. Berendt's *Organische Reste der Vorwelt im Bernstein* (1854—56) sind die einzigen Werke, welche hier, als sich auf mehrere Arthropoden-Klassen gleichzeitig ausdehnend, genannt werden können.

Zur Förderung ganz besonders der systematischen Entomologie hat man bereits seit dem letzten Drittheil des vorigen Jahrhunderts mit der Herausgabe von Zeitschriften begonnen, welche, nachdem sie zuerst durch Fuessli (seit 1778), Scriba (seit 1790), Schneider (seit 1791), Illiger (1801), Germar (1813) und Thon (1827) besonders in Deutschland und der Schweiz allgemeinen Anklang gefunden, sich seitdem fast in allen Ländern Europa's und selbst darüber hinaus, meistens gleichzeitig mit der Constituirung entomologischer Vereine und Gesellschaften Geltung verschafft haben. Die gegenwärtig etwa zu einem Dutzend bestehenden entomologischen Gesellschaften datiren der Mehrzahl

nach erst seit den letzten zehn bis zwölf Jahren; nur die Société entomologique de France (seit 1832), die Entomological society of London (seit 1833) und der Stettiner Entomologische Verein (seit 1837) haben bereits eine längere Wirksamkeit. Die Entomological society kann übrigens in ihren ersten Anfängen selbst bis auf das Jahr 1745 zurück verfolgt und verlegt werden, da sich zu dieser Zeit bereits die Societas Aureliana zu gleichem Zwecke in London constituirte, um freilich verschiedene Male wieder einzugehen und unter verschiedenen Namen, wie Societas Aureliana, Societas Entomologica und Entomological Club (letzterer bis 1832) wieder aufzutauchen. — Haben diese Gesellschaftsschriften in gleicher Weise wie die oben genannten Zeitschriften unverkennbar einen fördernden Einfluss auf die Verbreitung entomologischer Studien und Arbeiten ausgeübt, so beschränkt sich derselbe doch fast ausschliesslich auf die Klasse der eigentlichen Insekten. Nur die Transactions of the entomological society of London (1834—1865), die Annales de la société entomologique de France (1832—1865) und die in Leyden erscheinende Tijdschrift voor Entomologie (1857—1865) haben, wenngleich auch im Verhältniss nur wenige, Beiträge zur Kenntniss der übrigen Arthropoden-Klassen gebracht.

Die von Jahr zu Jahr sich mehrenden und bereits zu einem ungeheuern Umfang herangewachsenen Einzel-Forschungen in allen Theilen der Entomologie haben es seit längerer Zeit als ein unabweisbares Bedürfniss herausgestellt, periodisch erscheinende Uebersichten mit systematischer Gliederung des vielfach zerstreuten Materials zu veranstalten. Solche sich über das ganze Gebiet der Arthropoden erstreckende jährliche Berichte sind von Erichson für die Jahre 1840—47 und von Gerstäcker für die Jahre 1853—1862, über einige oder einzelne Klassen derselben von Burmeister (1834—1835, Insekten), Erichson (1836—39, Insekten), Stein (1838—39, Crustaceen und Arachniden), Peters (1847—51, Crustaceen, Arachniden und Myriopoden) und Schaum (1848—52, Insekten) geliefert worden. Eine ähnliche Zusammenstellung in schwedischer Sprache ist für die Naturgeschichte der Insekten, Myriopoden und Arachniden während der Jahre 1845—54 auch C. Boheman zu danken, während v. Siebold eine Uebersicht über die anatomischen und physiologischen Forschungen während der Jahre 1838—1844 gegeben hat.

Tabellarischer Nachweis für die allmählig veränderte Abgrenzung der vier Arthropoden-Klassen

von J. Ray bis auf die Jetztzeit.

(Die gleichwertigen Gruppen sind einander gegenüber gestellt. Die den Klassen und Ordnungen vorgesetzten Ziffern zeigen die von den einzelnen Autoren angenommene Reihenfolge an.)

Ray 1705	Linne 1735	Fabricius 1775	Fabricius 1799	Latroille 1796	Leach 1815 Latroille 1825	Burmester 1837	Erichson 1840	V. d. Hoeven 1850	Gerstaecker seit 1855
Insecta.	Insecta.	Insecta.	Insecta.	Insecta.	Condyliopoda.	Arthropoda.	Artemulata.	Artemulata.	Arthropoda.
Metamorphota: (<i>Coloptera</i> , <i>Amblyptera</i> , <i>Diptera</i> , <i>Zetoptera</i>). Ametamorphota: (<i>Hexapoda</i>).	Ordo 1—6: <i>Coloptera</i> , <i>Hemiptera</i> , <i>Lepidoptera</i> , <i>Neuroptera</i> , <i>Hymenoptera</i> , <i>Diptera</i> . Ordo 7: <i>Aspera</i> (pedibus sex).	Ordo 1. <i>Eleuterata</i> . 2. <i>Uromata</i> . 3. <i>Synstictata</i> (pars). 5. <i>Urogata</i> (pars). 6. <i>Glaucata</i> . 7. <i>Rynoga</i> . 8. <i>Asitictata</i> .	Class. 1—5: <i>Eleuterata</i> , <i>Uromata</i> , <i>Synstictata</i> , <i>Piezata</i> , <i>Odontoptera</i> , <i>Uromata</i> . Class. 11—13: <i>Glaucata</i> , <i>Rynoga</i> , <i>Asitictata</i> .	Ordo 1—10: <i>Coloptera</i> , <i>Orthoptera</i> , <i>Hemiptera</i> , <i>Piezata</i> , <i>Neuroptera</i> , <i>Hymenoptera</i> , <i>Lepidoptera</i> , <i>Diptera</i> , <i>Suctoria</i> , <i>Thysanura</i> , <i>Parasita</i> .	Class. 4: <i>Insecta</i> . Class. 3: <i>Insecta</i> . Class. 1: <i>Insecta</i> . Class. 1: <i>Insecta</i> . Class. 1: <i>Insecta</i> . Class. 1: <i>Insecta</i> .	Class. 3: <i>Myriapoda</i> . Class. 2: <i>Arachnida</i> . Class. 2: (Incl. <i>Myriapoda</i>).	Class. 2: <i>Arachnoidea</i> . Class. 2: <i>Arachnida</i> . Class. 2: <i>Arachnoidea</i> . Class. 3: <i>Crustacea</i> . (Incl. <i>Myriapoda</i>).	Class. 1: <i>Insecta</i> . (Incl. <i>Myriapoda</i>).	Class. 1: <i>Crustacea</i> . Class. 4: <i>Entomostraca</i> .
Ametamorphota poly-poda (pars).	Ordo 7 (pars): <i>Aspera</i> (pedibus numerosa).	Ordo 5: <i>Urogata</i> (pars).	Class. 6: <i>Mitacata</i> .	Ordo 14: <i>Myriapoda</i> .	Class. 3: <i>Myriapoda</i> .	Class. 2: <i>Arachnoidea</i> . (Incl. <i>Myriapoda</i>).	Class. 2: <i>Arachnida</i> . Class. 2: <i>Arachnoidea</i> .	Class. 2: <i>Arachnoidea</i> .	Class. 2: <i>Myriapoda</i> .
Ametamorphota oetopoda.	Ordo 7 (pars): <i>Aspera</i> pedibus 8—14.	Ordo 5: <i>Urogata</i> (pars).	Class. 7: <i>Urogata</i> .	Ordo 11: <i>Acephala</i> .	Class. 2: <i>Arachnida</i> .	Class. 2: (Incl. <i>Myriapoda</i>).	Class. 2: <i>Arachnida</i> .	Class. 2: <i>Arachnoidea</i> .	Class. 3: <i>Arachnoidea</i> .
Ametamorphota quatuordecimpoda et poly-poda (pars).	Ordo 7 (pars): <i>Aspera</i> pedibus 8—14. Ordo 4: <i>Agonata</i> .	Ordo 3: <i>Synstictata</i> (pars). Ordo 4: <i>Agonata</i> .	Class. 8: <i>Polygonata</i> . Class. 9: <i>Kleragnathia</i> . Class. 10: <i>Exochmura</i> .	Ordo 13: <i>Crustacea</i> .	Class. 1: <i>Crustacea</i> .	Class. 1: <i>Crustacea</i> .	Class. 3: <i>Crustacea</i> . (Incl. <i>Myriapoda</i>).	Class. 3: <i>Crustacea</i> .	Class. 4: <i>Crustacea</i> .

3. Allgemeine Literatur,

so weit sie sich über sämtliche oder mehrere Arthropoden-Klassen erstreckt oder für den ganzen Typus von allgemeiner Bedeutung ist.

A. Aeltere Autoren bis auf Ray und Linné.

a. Compilatoren.

C. **Plinii secundi naturalis historiae libri XXXVII.** (Arthropoden in lib. IX u. XI abgehandelt.)

Ed. Wettoni Oxoniensis de differentiis animalium libri decem, cum amplissimis indicibus in quibus primum auctorum nominis unde quaeque desumpta sunt, singulis capitibus sunt notata et designata: deinde omnium animalium nomenclatura itemque singulae eorum partes recensentur, tam graecae quam latine. Lutetiae Parisiorum apud Vascosanum. 1552. Fol.

Reaulet, Guil. Libri de piscibus marinis, in quibus verae piscium effigies expressae sunt. Quae in tota piscium historia contineantur, indicat elenchus pagina nona et decima. Postremo accesserunt indices necessarii. Lugduni, Matth. Bonhomme. 1554. Fol.

Universae aquatilium historiae pars altera, cum veris ipsorum imaginibus. His accesserunt indices necessarii. Lugduni, Matth. Bonhomme. 1555. Fol.

Aldrovandus, Ulyss. De animalibus insectis libri septem. In quibus omnia illa animalia accuratissime describuntur, eorum icones ad vivum ob oculos ponuntur tandemque etiam natura mores ac proprietates ita declarantur, ut quidquid de iis disci queat, facile inde innotescat. His adjunctus est index geminus capitum et verborum copiosissimus. Bononiae, 1602. Fol. (Nachgedruckt: Francofurti, Trendel. 1618. Fol. — Edit. secunda. Bononiae, Ferronius. 1638. Fol.)

De reliquis animalibus exanguibus libri IV, post mortem ejus editi, nempe de Mollibus, Crustaceis, Testaceis et Zoophytis. Bononiae, apud Clem. Ferronium. 1606. Fol. (Nachgedruckt: Francofurti, Trendel. 1618 u. 1623. Fol. — Edit. secunda. Bononiae, Ferronius. 1642. Fol.)

Mouflet, Thom. Insectorum sive minimorum animalium theatrum, olim ab Edoardo Wettone, Conrado Gesnero, Thomae Pennio inchoatum; tandem Tho. Moufeti Londinatis operâ sumptibusque maximis concinnatum, auctum, perfectum: et ad vivum expressis iconibus supra quingentis illustratum. Londini, ex officina typographica Thom. Cotes. 1634. Fol.

Jenston, Joh. Thaumatographia naturalis in decem classes distincta in quibus admiranda 1 coeli, 2 elementorum, 3 meteorum, 4 fossilium, 5 plantarum, 6 avium, 7 quadrupedum, 8 exanguium, 9 piscium, 10 hominis. Amsterdami, Blaeu. 1632. 12^o. (Edit. secunda et tertia. Amsterdami, Jansson. 1633 u. 1665. 12^o.)

Historia naturalis de Insectis libri III. (de Serpentibus et Draconibus lib. II.) cum 25 tab. aen. Francofurti ad Moen., Haered. Math. Merian. 1653. Fol. (Edit. altera. Amstelodami, Schipper. 1657. Fol.)

Jean Jenstoni Theatrum universale omnium animalium Insectorum tab. 28 ab illo celeberrimo Matthia Meriano aeri incisus ornatum ex scriptoribus etc. collectum. Heilbronn, Eckenbrecht, 1768. Fol. (Nachdruck des vorigen Werkes.)

b. Selbstständige Beobachter.

Kargraf, Georg, Historia rerum naturalium Brasiliae. Libri VIII. Amsterdam, 1648. Fol.

Pae, Wilh., De Indiae utriusque re naturali et medica libri XIV. Amstelodami, Elsevier. 1658. Fol.

Hernandes, Franc., Nova plantarum, animalium et mineralium Mexicanorum historia a Francisco Hernandez medico in Indiis praestantissimo primum compilata, dein a Nardo Antonio Becchio in volumen digesta etc. Romae, sumpt. Blasii Deversini. 1651. Fol. — Darin sach: Historiae animalium et mineralium novae Hispaniae liber unicus in sex tractatus divisus Francisco Hernandez Philippi Secundi primario medico auctore. Fol. 90 pag.

Goedart, Joh. Metamorphosis et historia naturalis Insectorum. Medioburgi, apud Jacobum Fierensium, 1662—68. 3 vol. 8^o. — Editio altera: Johannes Goedartius de Insectis, in methodum redactus; cum notularum additione, opera M. Listeri. Londini, S. Smith. 1685. 8^o. — Editio tertia: Metamorphosis naturalis sive Insectorum historia ubi quam diligentissime eorum natura, dotes et variae metamorphoses aperiuntur et expanduntur ab Joanne Goedart. Amstelodami, 1700. 8^o.

Swammerdam, Joh., Historia Insectorum generalis, ofte Algemeene Verhandelng van de Bloedeloose Dierkens. Utrecht, Dreunen. 1669. 4^o.

Bybel der natuure, of historie der Insecten. (Biblia naturae, sive Historia Insectorum, in classes certas redacta.) Accedit praefatio, in qua vitam auctoris descripsit Hermannus Boerhaave Med. Prof. — Leydae, Severin. 1737—38. 2 vol. Fol.

Bibel der Natur, worinnen die Insekten in gewisse Classen vertheilt, sorgfältig beschrieben, zergliedert, in saubern Kupferstichen vorgestellt, mit vielen Anmerkungen über die Seltenheiten der Natur erläutert und zum Beweis der Allmacht und Weisheit des

- Schöpfers angewendet werden, nebst Herm. Boerhaave's Vorrede von dem Leben des Verfassers. Leipsig, Gleditsch. 1758. Fol. mit 53 Kupfertaf.
- Malpighi, Marcello**, Dissertatio epistolica de Bombyce, Societati regiae Londini ad scientiam naturalem promovendam institutae dicata. Londini, Martyn. 1669. 4o. c. 12 tab. aen.
- Redi, Franc.**, Esperienze intorno alla generazione degl' Insetti fatte da Fr. Redi e da lui scritte in una lettera all' Illustrissimo Sgr. Carlo Dati. Firenze, 1668. 4o.
- Lister, Mart.**, Historia animalium Angliae, tres tractatus. Londini, 1678. 4o.
- Johannes Goedartus de Insectis etc. (vgl. oben: Goedart). Item appendixis ad historiam animalium Angliae ejusdem M. Listeri altera editio hic quoque exhibetur. Una cum Scarabaeorum Anglicanorum quibusdam tabulis mutis. Londini, Smith. 1685. 8o.
- Leeuwenhoek, Ant. van**, Arcana naturae detecta ope microscopiorum. Delphis Batavorum, Kroneveld, 1695. 4o.
- De Bombycum crucis, earumque ovis. Vervolg der Brieven. Leyden, Boutesteyn 1688. 4o.
- De ovario et cornea oculi Libellulae. 5. Vervolg der Brieven. Delphis, 1696. 4o.
- Pediculos non esse hermaphroditos; Formicae non construunt laccam; non mordent ac pungunt. 6. Vervolg der Brieven. Delphis, 1697. 4o.
- Microscopical observations on the structure of the proboscis of a Flea. (Philosoph. Transact. 1706. Vol. 25.)
- Rumph, G. E.**, d'Amboinsche Bariteitkamer, behelzende eene Beschryvinge van allerhande zoo weeke als harde Schaalviaschen, te weeten rare Krabben, Kreeften, en diergelyke Zeediren, die men in d'Amboinsche Zee vindt. Amsterdam, Franc. Halma 1705. Fol. mit 60 illum. Kupfertafeln.
- Herbarium Amboinense plurimas complectens arbores, frutices, herbas etc., quae in Amboina et adjacentibus reperiantur insulis. Quod et insuper exhibet varia insectorum animaliumque genera, plurima cum naturalibus eorum figuris depicta (edid. J. Burmann). Amsteladaemi, Vytwerf. 1750—55. Fol.
- Petiver, James**, Musei Petiveriani Centuria I — 10. rariora naturae continens: viz. Animalia, Fossilia, Plantae ex variis Mundi plagis advecta, ordine digesta, et nominibus propriis signata, iconibus eleganter illustrata. London, Pauli. 1696—1703.
- Gazophylacium naturae et artis, dec. 10, in quibus animalia, vegetabilia item fossilia etc. descriptionibus brevibus et iconibus illustrantur. London, Bateman. 1702—1711. Fol.
- De variis animalibus Philippensibus ex Mss. Cameli. (Philos. Transact. 1708, Vol. 24.)
- De Araneis et Scarabaeis Philippensibus, ex Mss. Cameli. (Philosoph. Transact. 1711, Vol. 27.)
- Jacobi Petiveri opera historiam naturalem spectantia; or Gazophylaceum containing several 1000 figures of Birds, Beasts, Reptiles, Insects, Fish, Beetles, Moths, Flies, Shells, Corals etc. from all Nations, on 156 Copperplates, with Latin and English Names. London, Millan. 1764. Fol. 2 Vol.
- Frisch, Joh. Leonh.**, Beschreibung von allerley Insekten in Teutschland, nebst nützlichen Anmerkungen und nöthigen Abbildungen von diesem kriechenden und fliegenden inländischen Würme, zur Bestätigung und Fortsetzung der gründlichen Entdeckung, so einige von der Natur dieser Creaturen herausgegeben, und zur Ergänzung und Verbesserung der anderen. Berlin, Nicolai. 1720—1738. 4o. Mit zahlr. Kupfertaf.
- Réaumur, René Ant. de**, Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. Paris, Impr. royale. 1734—1742. 7 vol. 4o. — Ein Nachdruck ist die Ausgabe in 12 vol. 8o. Amsterdam, 1737—1748.
- Roesel, Ang. Joh.**, Der monatlich herausgegebenen Insekten-Belustigung erster bis vierter Theil. Nürnberg, beim Verfasser, gedruckt bei J. Fleischmann. 1746—1761. 4 Vol. 4o. (mit zahlreichen illuminirten meisterhaft ausgeführten Kupfertafeln.) Der Titel des zweiten Theiles heisst vollständig: Der monatlich herausgegebenen Insekten-Belustigung zweiter Theil, welcher acht Classen verschiedener sowohl inländischer als auch einiger ausländischer Insekten enthält: alle nach ihrem Ursprung, Verwandlung und anderen wunderbaren Eigenschaften, grösstentheils aus seiner Erfahrung beschrieben und in sauber illuminirten Kupfern nach dem Leben abgebildet, vorgestellt. Nürnberg, 1749. (Der erste Theil enthält nur Schmetterlinge, die beiden letzten Nachträge zum ersten und zweiten.)
- Holländische Uebersetzung: De natuurlyke historie der Insecten. Met zeer nutte en fraye aanmerkingen verrykt door C. Kleemann. Haarlem et Amsterdam, 1764—1768. 4 Vol. in 4o. (Mit den Kupfern des Originals.)
- Kleemann, Christ. Friedr. Carl**, Beiträge zur allgemeinen Natur- und Insektengeschichte. Nürnberg, 1761 ff. 4o. (Bildet den fünften Theil zu Roesel's Insekten-Belustigung.)
- Geer, Carl de**, Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. Stockholm, Gresing, Hosselberg. 1752—1778. 7 Vol. 4o. (Mit zahlreichen Kupfertafeln.)
- Deutsch übersetzt mit Anmerkungen von J. A. E. Goetze: Des Herrn Baron Carl de Geer Abhandlungen zur Geschichte der Insekten. Nürnberg, Raspe. 1778—1783. 7 Vol. 4o.

Schaeffer, Jac. Christ., Opuscula Entomologica quae jam instituta habet auspiciis Regis Friderici V. proxime edenda indicit eorumque specimina quaedam exhibet. Regensburg, Montag. 1764. 40.

Abhandlungen von Insekten. Regensburg, Montag. 2 Vol. 40. 1764.

Elementa Entomologica; 135 tabulae aere excusae floridisque coloribus distinctae. Ratisbonae, Weiss. 1766. 40. (Einleitung in die Insektenkenntniss.)

Elementorum Entomologicorum appendix, V insectorum nova genera exhibens. (Fünf neue Insektengeschlechter zur Einleitung in die Insektenkenntniss) Ratisbonae, Manz. 1777. 40.

B. Autoren seit Ray und Linné bis auf die Jetztzeit.

1) Allgemeine Systematik der Arthropoden (chronologisch geordnet).

Ray, John, (Wray, Rajus) Methodus insectorum seu insecta in methodum aliqualem digesta. Londini, Smith. 1705. 80.

Historia insectorum; opus posthumum. Cui subjungitur appendix de Scarabaeis Britannicis auctore M. Lister. London, Churchill. 1710. 40.

Linné, Carl, Systema Naturae, sive Regna tria Naturae systematice proposita per Classes, Ordines, Genera et Species. Lugduni Batavorum, Th. Haak. 1735. Fol.

Systema Naturae per regna tria naturae secundum classes, ordines, genera, species cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio duodecima, reformata. Holmiae, Laur. Salvii. 1766—1768. 3 tom. 80. (Ein Abdruck derselben ist die Ausgabe: Vindobonae, Trattner. 1767—1770. 80.)

(Von den zehn zwischen der ersten und zwölften publicirten Ausgaben rühren die zweite, sechste und sechste von Linné selbst her.)

Fabricius, Joh. Christ., Systema Entomologiae sistens Insectorum classes, ordines, genera, species, adjectis synonymis, locis, descriptionibus, observationibus. Flensburgi et Lipsiae, Korte. 1775. 80.

Genera Insectorum eorumque characteres naturales secundum numerum, figuram, situm et proportionem omnium partium oris adjecta mantissa specierum nuper detectarum. Chilonii, Bartsch. 1777. 80.

Species Insectorum exhibentes eorum differentias specificas, synonyma auctorum, loca natalia, metamorphosis adjectis observationibus, descriptionibus. Hamburgi et Kilonii, Bohm. 1781. 2 Vol. 80.

Mantissa Insectorum sistens eorum species nuper detectas adjectis characteribus genericis, differentiis specificis, emendationibus, observationibus. Hafniae, Proft. 1787. 2 Vol. 80.

Entomologia systematica emendata et aucta, secundum classes, ordines, genera, species, adjectis synonymis, locis, observationibus, descriptionibus. Hafniae, Proft. 4 Vol. 1792—94. 80.

Index alphabeticus in Entomologiam systematicam emendatam et auctam, ordines, genera et species continens. Hafniae, Proft et Storch. 1796. 80.

Supplementum Entomologiae systematicae. Hafniae, Proft et Storch. 1798. 80. (Index supplementi. Hafniae, Proft. 1799. 80.)

Vertheidigung des Fabricischen Systems. (Illiger's Magazin f. Insektenkunde II. 8. 1—13.)

Latreille, Pierre André, Précis des caractères génériques des Insectes, disposés dans un ordre naturel. Brive, Bourdeaux. An 5 (1796). 80.

Histoire naturelle générale et particulière des Crustacés et des Insectes. Ouvrage faisant suite aux oeuvres de Leclerc de Buffon et partie du cours complet d'histoire naturelle rédigé par C. S. Sonnini. Paris, Dufart. 14 Vol. 1802—1805. 80.

Genera Crustaceorum et Insectorum secundum ordinem naturalem in familias disposita, iconibus exemplisque plurimis explicata. Parisiis et Argentorati, König. 1806—1809. 4 Vol. 80.

Considérations générales sur l'ordre naturel des animaux composant les classes des Crustacés, des Arachnides et des Insectes avec un tableau méthodique de leurs genres disposés en familles. Paris, Schoell. 1810. 80.

in: Cuvier, Le règne animal distribué d'après son organisation. Tome III, contenant les Crustacés, les Arachnides et les Insectes, par M. Latreille. Paris, Deterville, 1817. 80. — Nouvelle édition, revue et augmentée (Paris, 1829). Tome IV, Crustacés, Arachnides et partie des Insectes, par M. Latreille.

Des rapports généraux de l'organisation extérieure des animaux invertébrés articulés, et comparaison des Annélides avec les Myriapodes. (Mémoires du musée d'hist. natur. VI. 1820. p. 116—144.)

De la formation des ailes des Insectes et de l'organisation extérieure de ces animaux, comparée en divers points avec celle des Arachnides et des Crustacés. Paris, Deterville. 1820. 80.

- Latreille**, Observations nouvelles sur l'organisation extérieure et générale des animaux articulés et à pieds articulés, et application de ces connaissances à la nomenclature des principales parties des mêmes animaux. (Mémoires du mus. d'hist. nat. VIII. 1822. p. 169—202.)
- Familles naturelles du règne animal; exposées succinctement et dans un ordre analytique, avec l'indication de leurs genres. Paris, Baillière. 1825. 80.
- Cours d'Entomologie ou de l'histoire naturelle des Crustacés, des Arachnides, des Myriapodes et des Insectes à l'usage des élèves de l'école du Musée d'histoire naturelle. Première année avec 24 planches. Paris, 1831. 80.
- Cuvier, George**, Leçons d'Anatomie comparée. Paris, Baudouin. 1799—1805. 5 Vol. 80. (System der Thiere in Vol. I, leçon 2.)
- Sur un nouveau rapprochement à établir entre les classes qui composent le règne animal (Annales du musée d'hist. nat. XIX. 1812. p. 73—84).
- Lamarck, Jean de**, Système des animaux sans vertèbres ou tableau général des classes, des ordres et des genres de ces animaux. Paris, Deterville. 1801. 80.
- Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. Paris, Verdière. 1815—1822. 7 Vol. 80. (Edit. nouv. Paris, Baillière. 1835—1845. 11 Vol. 80.)
- Leach, William Elford**, A tabular view of the external Characters of four classes of Animals, which Linné arranged under Insecta; with the distribution of the genera composing three of these classes into orders. (Transact. Linnean soc. of London XI. 1815. p. 306—400.)
- Baer, K. E. v.**, Beiträge zur Kenntniss der niederen Thiere. 7. Abhandlung: Die Verwandtschafts-Verhältnisse unter den niederen Thierformen. (Nova Acta Acad. Leopold. Carolin. XIII. 2. 1827. S. 731—762.)
- Burmeister, H.**, Handbuch der Naturgeschichte, zum Gebrauch bei Vorlesungen entworfen. Zweite Abtheilung. Zoologie. Berlin, Enslin. 1837. 80.
- Erichson, W. F.**, Ein Blick auf die Klassifikation der wirbellosen Thiere. (Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. VII. 1841. Bd. 1. S. 1—8.)
- Zaddach, E. G.**, Ueber die Eintheilung des Thierreiches in Kreise und Klassen. Königsberg, 1847. 40. (Im Programm des Friedrichs-Collegium.)
- Bronn, H. G.**, Allgemeine Zoologie. (Abgedruckt aus: Neue Encyclopädie für Wissenschaften und Künste, 3. Bd.) Stuttgart, 1850. 80.
- van der Hoeven, J.**, Handbuch der Zoologie. Nach der zweiten holländischen Ausgabe. 1. Band. Wirbellose Thiere. Leipzig, L. Voss. 1850. 80.
- Gerstäcker, A.**, Handbuch der Zoologie (in Verbindung mit V. Carus) 2. Band. Leipzig, Engelmann. 1863. 80. (Arthropoda).

2) Morphologie, Gliedmaassentheorie.

- Savigny, Jules César**, Mémoires sur les animaux sans vertèbres. 1. Partie. Description et Classification des animaux invertébrés et articulés, connus sous les noms de Crustacés, d'Insectes, d'Annelides etc. 1. Fascicule. Théorie des organes de la bouche des Crustacés et des Insectes (Insecta Lin.). Paris, Dufour. 1816. 80.
- Audouin, Jean Victor**, Sur les rapports naturels qui existent entre les appendices masticateurs et locomoteurs des Crustacés et ceux de même nature chez les Insectes hexapodes et les Arachnides. (Analyse des travaux de l'Acad. d. Scienc. en 1820 par G. Cuvier.)
- Recherches anatomiques sur le thorax des animaux articulés et celui des Insectes hexapodes en particulier. (Annales d. Scienc. natur. I. 1824. p. 97 u. 416 ff.)
- Eschscholtz, J. F.**, Beschreibung des inneren Skeletes einiger Insekten aus verschiedenen Ordnungen (Beiträge zur Naturkunde aus den Ostseeprovinzen Russlands. Dorpat, 1820. 80. S. 24—49. 2 Taf.)
- v. Baer, K. E.**, Ueber das äussere und innere Skelet, ein Sendschreiben an Prof. Heusinger (Meckel's Archiv f. Anatom. u. Physiol. 1826. S. 327—374.)
- de Haan, Will.**, Vergelijking tusschen de tast- en beweging-organen der gelede dieren. (Bijdrag. Natuur. Wetensch. II. 1827. p. 125—149.)
- Straus-Dürckheim, Here.**, Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés. Paris, 1828. 40. (Introduction.)
- Erichson, W. F.**, Ueber zoologische Charaktere der Insekten, Arachniden und Crustaceen. (Entomographien, S. 1—28.) Berlin, 1840. 80.
- Brullé, Aug.**, Recherches sur les transformations des appendices dans les Articulés. (Annales d. Scienc. natur. 3. sér. II. 1844. p. 271—374.)
- Zenker, Wilh.**, Kritik der Erichson'schen Gliedmaassentheorie. (Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. XX. 1854. p. 118—135.)
- Sundevall, Carl J.**, Om Insekternas Extremiteter samt deras hufvud och mundelar. (Kongl. Vetensk. Akad. Handlingar. Bd. 3. No. 9.) 1861. 40.
- Leuckart, Rud.**, Ueber die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. Ein Beitrag zur Charakteristik und Klassifikation der thierischen Formen. Braunschweig, Vieweg. 1848. 80.

3) Anatomie und Physiologie.

- Swammerdam, Malpighi, Leeuwenhoek u. A.** siehe oben!
- Lyonet, F.**, *Traité anatomique de la Chenille qui ronge le bois de saule.* A la Haye, 1760. 40. c. tab. 18. (2. édit. La Haye, 1762. 40.)
- **Recherches sur l'anatomie et les métamorphoses de différentes espèces d'Insectes,** ouvrage posthume, publié par W. de Haan. Paris, Roret. 1832. 40. c. tab. 54.
- Sorres, Pierre Marcel de,** *Comparaison des organes de la mastication des Orthoptères avec ceux des autres animaux.* (Annales du mus. d'hist. nat. XIV. 1809. p. 56—73.)
- **Observations sur les usages du vaisseau dorsal ou sur l'influence que le coeur exerce dans l'organisation des animaux articulés** (Mémoires du mus. d'hist. nat. IV. 1818. p. 149 ff. u. 313 ff., V. 1819. p. 59—147.)
- Meckel, J. F.**, *Bruchstücke aus der Insekten-Anatomie* (Beiträge zur vergl. Anat. I. 1809. S. 105—131).
- **Ueber das Rückengefäß der Insekten** (Archiv f. Physiol. I. 1815. S. 469—476).
- **Ueber die Gallen- und Harnorgane der Insekten** (Archiv f. Anat. u. Physiol. 1826. S. 21 ff.).
- Ramdehr, C. A.**, *Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insekten.* Herausgegeben von der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle. Halle, 1811. 40. mit 30 Kpfrth.
- Sackow, Fr. W. Ludw.**, *Anatomisch-physiologische Untersuchungen der Insekten und Krustenthiere.* Heidelberg, Engelmann. 1818. 40.
- Treviranus, G. B.**, *Vermischte Schriften anatomischen und physiologischen Inhalts.* Bd. 1 u. 2. Göttingen, 1816—17. 40.
- Straus-Dürckheim, Here.**, *Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés, auxquelles on a joint l'anatomie descriptive du Melolontha vulgaris.* Paris, 1828. 40. 10 pl.
- Dufour, Léon**, *Zahlreiche anatomische Abhandlungen, vergl. die einzelnen Klassen!*
- Siebold, C. Th. v.**, *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere.* Berlin, Veit. 1848. 80.
- **Ueber die Spermatozoen der Crustaceen, Insekten, Gasteropoden und einiger anderen wirbellosen Thiere.** (Müller's Archiv f. Anat. 1836. S. 13—52).
- **Fernere Beobachtungen über die Spermatozoen der wirbellosen Thiere** (ebenda 1836, S. 232 und 1837, S. 381—432).
- Gegenbaur, C.**, *Grundzüge der vergleichenden Anatomie.* Leipzig, Engelmann. 1859. 80.
- Geoffroy St. Hilaire, Etienne**, *Considérations philosophiques sur la détermination du système solide et du système nerveux des animaux articulés* (Annal. d. scienc. natur. II. 1824, p. 295 ff., III. p. 199 u. p. 453 ff.).
- Müller, Joh.**, *Ueber ein eigenthümliches, dem Nervus sympathicus analoges Nervensystem der Eingeweide bei den Insekten* (Nov. Act. Acad. Leopold. Carol. XII. 1825, p. 555—672).
- Newport, George**, *On the reproduction of lost parts in Myriapoda and Insects* (Philosoph. Transact. 1844, p. 283—294. — Annals of nat. hist. XIX. 1847, p. 145—150).
- **On the structure, relations and development of the nervous and circulatory Systems and on the existence of a complete circulation of the blood in vessels, in Myriapoda and macrourous Arachnida** (Philosoph. Transact. 1843. p. 243—302).
- **On the structure and development of the blood.** 1. ser. *The development of the bloodcorpuscle in Insects and other Invertebrata, and its comparison with that of Man and the Vertebrata.* (Annals of nat. hist. XV. 1845, p. 281—284.)
- **On the nervous system of the Sphinx Ligustri Lin. and on the changes which it undergoes during a part of the metamorphoses of the Insect.** (Philosoph. Transact. 1832, p. 383—398 und 1834, p. 389—423.)
- **On the temperature of Insects and its connexion with functions of respiration and circulation in this class of Invertebrated Animals.** (Philosoph. Transact. 1837. p. 259—338.)
- **On the use of the antennae of Insects.** (Transact. entom. soc. II. 1840, p. 229—248.)
- Reimheltz, H. L. F.**, *De fabrica systematis nervosi Evertbratorum.* Dissert. inaug. Berolini, 1842. 80.
- Ranschard, E.**, *Recherches anatomiques et zoologiques sur le système nerveux des animaux sans vertèbres. Du système nerveux des Insectes.* (Annal. d. scienc. natur. 3. sér. V. 1846. p. 273—379.)
- **Du système nerveux chez les Invertébrés dans ses rapports avec la classification de ces animaux.** Paris, 1849. 80.
- **Du grand sympathique chez les animaux articulés.** (Annales d. scienc. natur. 4. sér. X. 1858. p. 5—10.)
- Yerrin, Alex.**, *Recherches sur les fonctions du système nerveux dans les animaux articulés.* (Bulet. de la Soc. Vaudoise d. scienc. natur. V. 1856. p. 119—122 u. p. 284—306.)
- Müller, Joh.**, *Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtsinnes.* Leipzig, 1826. 80.
- **Fortgesetzte anatomische Untersuchungen über den Bau der Augen bei den Insekten und Crustaceen.** (Meckel's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1829. S. 38—64.)

- Müller, Joh.**, Sur les yeux et la vision des Insectes, des Arachnides et des Crustacés. (Annales d. Scienc. natur. XVII. 1829, p. 225 u. 365 ff. XVIII. 1829, p. 73—106.)
- Ueber die Augen des Maikäfers. (Meckel's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1829. S. 177—181.)
- Dujardin, Fél.**, Sur les yeux simples ou stemmates des animaux articulés. (Compt. rend. de l'acad. d. scienc. XXV. 1847, p. 711—714.)
- Will, Fr.**, Beiträge zur Anatomie der zusammengesetzten Augen mit facetirter Hornhaut. Leipzig, Voss. 1840. 40.
- Ueber einen eigenthümlichen (Bewegungs?) Apparat in den facetirten Insektenaugen (Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1843. S. 348—353).
- Vorläufige Mittheilung über die Struktur der Ganglien und den Ursprung der Nerven der wirbellosen Thiere (ebenda 1844, S. 76—93).
- Gottsche, G.**, Beitrag zur Anatomie und Physiologie des Auges der Krebse und der Fliegen (Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1852. S. 483—492).
- Leydig, Franz**, Zum feineren Bau der Arthropoden (Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1855. S. 376—480).
- Das Auge der Gliederthiere, neue Untersuchungen zur Kenntniss dieses Organs. Tübingen, Laupp. 1864. 40.
- Claparède, Ed.**, Zur Morphologie der zusammengesetzten Augen bei den Arthropoden (Zeitschr. f. wissenschaft. Zoologie X. 1859. p. 191—214).
- Dor, H.**, De la vision chez les Arthropodes (Bullet. univ. de Genève, Archiv. d. Scienc. phys. et natur. XII. p. 328—349).
- Erichson, W. F.**, Dissertatio de fabrica et usu antennarum in Insectis. (Gratulationschrift zu Klug's 50jährigem Doctorjubiläum.) Berolini, Unger. 1847. 40. c. tab.
- Lespès, Ch.**, Mémoire sur l'appareil auditif des Insectes (Annal. d. Scienc. natur. 4. sér. IX. 1858. p. 225—249).
- Leydig, Fr.**, Ueber Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insekten (Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1860. p. 265—314).
- Claparède, Ed.**, Sur les prétendus organes auditifs des antennes chez les Coléoptères Lamellicornes et autres Insectes (Annal. d. Scienc. natur. 4. sér. X. 1858. p. 236—250).
- Hicks, John Braxton**, On a new organ of Insects (Journal of the proceed. of the Linnean Soc. of London I. 1857. p. 136—140).
- Further remarks on the organs found on the base of the halteres and wings of Insects (Transact. of the Linnean Soc. of London XXII. 1857. p. 141—145).
- On a new structure in the antennae of Insects (ebenda XXII. p. 147—154 u. p. 383—399).
- On certain sensory organs in Insects, hitherto undescribed (ebenda XXIII. p. 139—150).
- Claus, C.** Ueber die von Lespès als Gehörorgane bezeichneten Bildungen der Insekten. (Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1859. S. 552—563).
- Meckel von Hemsbach, J. H.**, Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere. Ueber die Drüsen der Artikulaten. (Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1846. S. 1—73.)
- Will, Fr.**, Ueber die Gallenorgane der wirbellosen Thiere (Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1848. S. 502—510.)
- Williams, Thom.**, On the Mechanism of Aquatic Respiration and on the Structure of the Organs of Breathing in Invertebrate Animals (Annals of nat. hist. 1853—57).
- Hollard, Henri**, Recherches sur les caractères anatomiques des dépendances de la peau chez les animaux articulés (Revue et Magas. de Zoologie sér. 2. III. 1851. p. 283—294).
- Menzel, Aug.**, Die Chitingebilde im Thierkreise der Arthropoden. Zürich, Orelli. 1855. 40.
- Ueber die Anhangsgebilde der Arthropodenhaut, Bau und Insertion der Haar- und dornähnlichen Anhänge und der eigentlichen Haare (Stettin. Entomol. Zeitung XVII. 1856. 117—127).
- Milne Edwards, H.**, Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux. Paris, Masson. 1857—64. 80.
- Leydig, Fr.**, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a/M., Meidinger. 1857. 80.
- Vom Bau des thierischen Körpers. Handbuch der vergleichenden Anatomie. I. Bd. Tübingen, 1864. 80.
- Haeckel, E.**, Ueber die Gewebe des Flusskrebsees. (Müller's Archiv f. Anatom. und Physiol. 1857. S. 469—568. Taf. 18 n. 19.)
- Kölliker, Alb.**, Zur feineren Anatomie der Insekten (Verhandl. d. physik.-mediz. Gesellsch. zu Würzburg VIII. 1857. S. 225—235).
- Untersuchungen über sekundäre Zellenmembranen; Cutikularbildungen und Porenkanäle in Zellenmembranen (ebenda VIII. S. 37 ff.).

4) Entwicklung im Ei.

- Bathke, Heinr.**, Untersuchungen über die Bildung und Entwicklung des Flusskrebses. Leipzig, Voss. 1829. Fol. mit 5 Taf.
- Zur Morphologie, Reisebemerkungen aus Taurien. Riga, 1837. 40. Mit 5 Taf.
- Studien zur Entwicklungsgeschichte der Insekten. Aus seinem Nachlass veröffentlicht von H. Hagen. (Stettin. Entom. Zeitung 1861—62.)
- Maréchal, J. M.**, Exercitationes de animalium vertebrae carentium in ovo formatione. I. De generatione Aranearum in ovo. — Untersuchungen über die Bildungsgeschichte der wirbellosen Thiere im Ei. 1. Th. Von der Erzeugung der Spinnen im Ei. Marburg, Krieger. 1824. Fol. Mit 4 Taf.
- Disquisitiones de animalium vertebrae carentium in ovo formatione. De generatione Insectorum in ovo. Fasc. I. II. Frankfurt a/M., 1835—38. Fol.
- Kölliker, Alb.**, Observationes de prima Insectorum genesi, adjecta articulorum evolutionis cum vertebratorum comparatione. Dissert. inaug. Turici, Meyer et Zeller. 1842. 40. c. tab. 3.
- Wittich, W. H. v.**, Observationes quaedam de Aranearum ex ovo evolutione. Halis, 1845. 40. c. tab. 1.
- Die Entstehung des Arachnideneies im Eierstocke; die ersten Vorgänge in demselben nach seinem Verlassen des Mutterkörpers (Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1849. S. 113—150).
- Leddach, Gust.**, Untersuchungen über die Entwicklung und den Bau der Gliederthiere. Heft 1. Die Entwicklung des Phryganiden-Eies. Berlin, Reimer. 1854. 40. c. tab. 5.
- Weisner, G.**, Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter. (Ztschr. f. wissenschaft. Zoolog. VI. 1855. S. 272—295).
- Leuchart, Rud.**, Ueber die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insekteniern (Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1855. S. 90—264).
- Die Fortpflanzung und Entwicklung der Pupiparen nach Beobachtungen an *Melophagus ovinus*. (Abhandl. d. naturf. Gesellsch. zu Halle IV. 1858. S. 145—226.)
- Zur Kenntniss des Generationswechsels und der Parthenogenese bei den Insekten. Frankfurt a/M., 1858. 80.
- Huxley, Thom.**, On the agamic reproduction and morphology of *Aphis* (Transact. Linn. Soc. of London XXII. 1858. p. 193—236).
- Labbeek, Joh.**, On the ova and pseudova of Insects (Philosoph. Transact. of the Royal soc. 1859. p. 341—369).
- La Valette, Ad. de**, Studien über die Entwicklung der Amphipoden (Abhandl. der naturf. Gesellsch. zu Halle. 5. Bd. 1860).
- Gaparède, Ed.**, Recherches sur l'évolution des Araignées (Naturkund. Verhandl. Utrechtsch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen I, 1.) Utrecht, 1862.
- Weismann, Aug.**, Ueber die Entstehung des vollendeten Insekts in Larve und Puppe. Ein Beitrag zur Metamorphose der Insekten. Frankfurt a/M., 1863. 40.
- Die Entwicklung der Dipteren im Ei, nach Beobachtungen an *Chironomus*, *Musca vomitoria* und *Pulex canis* (Zeitschr. f. wissenschaft. Zoologie XIII. p. 107—204).
- Die nachembryonale Entwicklung der Musciden nach Beobachtungen an *Musca vomitoria* und *Sarcophaga carnaria* (ebenda XIV. p. 187—336).

5) Chemische Zusammensetzung.

- Odier, Aug.**, Mémoire sur la composition chimique des parties cornées des Insectes (Mémoires de la Soc. d'hist. natur. de Paris I. 1823. p. 29—42).
- Lassaigne**, Sur le tissu tégumentaire des Insectes des différents ordres (Comptes rendus de l'acad. d. Scienc. XVI. 1843. p. 1087—1089. — Revue zoologique 1843. p. 153—156. — Uebersetzung in Forrier's Neue Notizen Bd 27. 1842. S. 7—9).
- Payen, A.**, Propriétés distinctives entre les membranes végétales et enveloppes des Insectes et Crustacés (Comptes rendus de l'acad. d. Scienc. XVII. 1843. p. 227—231).
- Schmidt, C.**, Zur vergleichenden Physiologie der wirbellosen Thiere. Eine physiologisch-chemische Untersuchung. Braunschweig, Vieweg. 1845. 80.
- Schlossberger, J. K.**, Die Chemie der Gewebe des gesammten Thierreichs. Leipzig und Heidelberg, Winter. 1856. 80. 2 Bände.

6) Spezielle Systematik, Artenkunde.

a. Ohne Rücksicht auf das Vaterland.

- Dictionnaire des sciences naturelles**, dans lequel on traite méthodiquement des différents êtres de la nature etc., publié par les professeurs du jardin du roi, rédigé par Fréd. Cuvier. Paris et Strassbourg, Levrault. 1816—1830. 60 Vols. in 80.
- Dictionnaire classique d'histoire naturelle** par une société de naturalistes (Mm. Audouin, Brongniart, Edwards, de Férussac, Drapiez etc.). Ouvrage dirigé par Bory de St. Vincent. Paris, Rey et Gravier. 1822—1831. 17 Vols. 8. Atlas de 160 pl.

- Dictionnaire pittoresque d'histoire naturelle et des phénomènes de la nature**, par une société de naturalistes sous la direction de *E. Guérin-Meneville*. Paris, 1833—39. 9 Vols. 4^o. à 80 pl.
- Dictionnaire universel d'histoire naturelle**, résumant et complétant tous les faits présentés par les encyclopédies, les anciens dictionnaires scientifiques, les oeuvres complètes de Buffon, de Lacépède, de Cuvier, et par les meilleurs traités spéciaux sur les diverses branches des sciences naturelles. Dirigé par *M. Charles d'Orbigny*. Paris, Langlois et Leclercq. 1840—48. 13 Vols. in 8^o. Atlas de 288 pl.
- Encyclopédie méthodique**, ou par ordre de matière. Histoire naturelle. Entomologie, ou histoire naturelle des Crustacés, des Arachnides et des Insectes, par *Latreille, A. G. Olivier, J. B. Goddard, Lepeletier de St. Forgeau, Serville, Guérin et R. J. E. Mauduyt*. 10 Vols. 8^o. avec 397 pl. Paris, 1789—1825.
- Suites à Buffon et Nouvelles suites à Buffon**, formant avec les oeuvres de cet auteur un cours complet d'histoire naturelle. Paris, Dufart. 1798—1807. Paris, Roret. 1834—1864. 8^o. (Insectes, Crustacés, Arachnides etc. par *Latreille, Lacordaire, Amyot, Audinet-Serville, Boisduval, Guénéé, Rambur, Lepeletier de St. Forgeau, Macquart, Milne Edwards, Walckenaer et Gervais*).
- Audeuin, J. V., et Milne Edwards, H.**, Résumé d'entomologie, ou histoire naturelle des animaux articulés, complétée par une iconographie de 48 pl.; précédé d'une introduction historique etc. Paris, Bachelier. 1828—29. 2 Vols.
- Iconographie des Annélides, Crustacés, Arachnides et Myriapodes, ou collection de figures représentant ceux de ces animaux qui peuvent servir de types pour chaque famille, avec des détails anatomiques. Paris, 1829. Avec 48 pl. (Die Tafeln sind dieselben wie im vorhergehenden Werke.)
- Guérin-Méneville, F. E.**, Iconographie du règne animal de G. Cuvier, ou représentation d'après nature de l'une des espèces les plus remarquables et souvent non encore figurées de chaque genre d'animaux. 6. et 7. Vol.: Annélides, Crustacés, Arachnides et Insectes. Paris, J. B. Baillière. 1829—44. 164 pl. 8^o.
- Magasin de Zoologie, d'anatomie comparée et de paléontologie. 3. sect. Annélides, Crustacés, Arachnides, Insectes. 1. sér. Paris, Bertrand. 1831—38. Avec 324 pl. — 2. sér. 1839—45. Avec 175 pl. 8^o.
- Cuvier, G.**, Le règne animal distribué d'après son organisation. Nouvelle édition, accompagnée de planches gravées, représentant les types de tous les genres etc., publiée par une réunion de disciples de G. Cuvier. Paris, V. Masson. 1849. 8^o. Insectes, Arachnides, Crustacés par *Audouin, Blanchard, Doyère, Milne Edwards et Dugès*. 4 Vols. Texte et 4 Vols. Atlas.
- Griffith, Edw.**, The animal kingdom, described and arranged in conformity with its organization; with additional descriptions of all the species hitherto named, of many not before noticed, and other original matter. London, Whittaker. 1824—33. 8^o. Class Insecta. 2 Vols. with 140 pl. 1832. Classes Annelida, Crustacea et Arachnida. 1 Vol. with 60 pl.
- b. Faunen, so weit sie sich über alle oder mehrere Arthropoden-Klassen erstrecken.
- Linné, C.**, Fauna Suecica sistens animalia Sueciae regni. Stockholmiae, Laur. Salvii. 1746. 8^o.
- Scopoli, J. A.**, Entomologia Carniolica exhibens insecta Carnioliae indigena et distributa in ordines, genera, species, varietates, methodo Linneana. Vindobonae, Trattner. 1763. 8^o.
- Schrank, Franz von Paula**, Enumeratio insectorum Austriae indigenorum. Augustae Vindelicorum, Klett. 1781. 8^o.
- Schaeffer, Jac. Christ.**, Icones Insectorum circa Ratisbonam indigenorum coloribus naturam referentibus expressae. Natürlich ausgemalte Abbildungen Regensburg'scher Insekten. Regensburg, Zunkel. 1766—1779. 4^o.
- Panzer, G. F. W.**, Faunae Insectorum Germanicae initia oder Deutschlands Insekten. Nürnberg, 1793—1813. 110 Hefte in Quer-8^o, je mit 24 color. Tafeln. — Fortgesetzt von *Heinrich-Schäffer*. Regensburg, Manz. 1829—1844. Heft 111—190.
- Geoffroy, E. L.**, Histoire abrégée des insectes qui se trouvent aux environs de Paris, dans laquelle ces animaux sont rangés suivant un ordre méthodique. Paris, Durand. 1762. 2 Vols. 4^o.
- Rossi, Peter**, Fauna Etrusca, sistens insecta, quae in provinciis Florentina et Pisana praesertim collegit. Liburni, Masi. 1790. 2 Vol. 4^o.
- Mantissa insectorum, exhibens species nuper in Etruria collectas, adjectis faunae Etruscae illustrationibus ac emendationibus. Pisa, Polloni. 1792—1794. 4^o.
- Hellwig, J. Chr. L., u. Illiger, J. C. W.**, Fauna Etrusca sistens Insecta quae in provinciis Florentina et Pisana praesertim collegit Petrus Rossius. Mantissae priorae parte adjecta, iterum edita et annotatis perpetuis aucta. Helmstadii, Fleckeisen. 1795—1807. 2 Vols. 8^o.
- Costa, Or. Gabr., und Costa, Ach.**, Fauna del regno di Napoli ossia enumerazione di tutti gli animali che abitano le diverse regione di questo regno e le acque che le bagnano, contenente la descrizione de nuovi o poco esattamente conosciuti con figure ricavate da originali viventi e dipinti al naturale. Napoli 1832—1862. 4^o. (II. Animali articolati.)

- Eschenhauer, W. G.**, Die Thiere Andalusiens nach den Resultaten einer Reise zusammengestellt, nebst den Beschreibungen von 249 neuen oder bis jetzt noch unbeschriebenen Gattungen und Arten. Erlangen, Bläsing. 1856. 8^o.
- Lucas, Hip.**, Essai sur les animaux articulés qui habitent l'île de Crète. (Revue et Magas. de Zoologie. Sér. 2. T. V. VI. 1853—54.)
- Histoire naturelle des animaux articulés de l'Algérie in: Exploration scientifique de l'Algérie. Paris, Arthus-Bertrand. 1845—49. 4 Vols. fol.
- Savigny, J. C. de**, Description de l'Égypte. Histoire naturelle. Crustacés, Arachnides, Myriapodes et Insectes. 53 pl. in gr. Fol. Paris, 1809—1828. — Explication sommaire des planches par J. V. Audouin. Paris, 1826. Fol.
- Brullé, Aug.**, in: Barker Webb et Sabin Berthelot, Histoire naturelle des îles Canaries. Ouvrage publié sous les auspices de M. Guisot. Paris, Bethune. 1835—44. 3 Vol. 4^o. et Atlas Fol. (Animaux articulés par A. Brullé in Vol. II.)
- Thomson, J.**, Voyage au Gabon (Archives entomol. II.) 1858. 8^o. Insectes, Myriapodes, Arachnides, décrits par J. Thomson, L. Fairmaire, Signoret, Bigot et Lucas.
- Maillard, L.**, Notes sur l'île de la Réunion (Bourbon). Paris 1862. 2 Vols. 8^o. Animaux articulés (in Vol. II.) par A. Milne Edwards, Guénéé, Deyrolle, Lucas, Signoret etc.
- Palisot de Beauvais, A. J.**, Insectes recueillis en Afrique et en Amérique, dans les royaumes d'Oware et de Benin, à Saint-Domingue et dans les États-Unis, pendant les années 1786—97. Paris, Levrault. 1805—1821. Fol. avec 90 pl.
- Perty, Max.**, Delectus animalium articulatum, quae in itinere per Brasiliam annis 1817—20 jussu et auspiciis Maxim. Josephi I. Bavariae Regis peracto collegerunt J. B. de Spix et de Martins. Monachii, 1830—1833. Fol. c. 40 tab. color.
- Gay, Claud.**, Historia física y política de Chile segun documentos adquiridos en esta republica durante dose años de residencia en ella y publicada bajo los auspicios del supremo gobierno. Paris, 1844—1854. Zoologia. 8 Vols. 8^o. Atlas in Fol. (Articulados in Vol. 3—7. Von Blanchard, Nicolet, Solier und Spinola.)
- Ramon de la Sagra**, Historia física, política y natural de la Isla de Cuba. II. parte. Historia natural. Tom. VII. Crustaceos, Aragnides é Insectos. Paris, Bertrand. 1856. Fol.
- Schomburgk, Rich.**, Versuch einer Fauna und Flora von Britisch-Guiana. Nach Vorlagen von Joh. Müller, Ehrenberg, Erichson u. A. bearbeitet. Leipzig, Weber. 1848. 8^o. (Auch unter dem Titel: Reisen in Britisch-Guiana in den Jahren 1840—44. Theil III.)
- Castelnau, Franç. de**, Animaux nouveaux ou rares, recueillis pendant l'expédition dans les parties centrales de l'Amérique du Sud, de Rio de Janeiro à Lima et de Lima au Para: exécutée par ordre du gouvernement français pendant les années 1843—47. Entomologie par H. Lucas et P. Gervais. Paris 1857. Fol. 20 pl. col

7) Paläontologie.

- Marcel de Serres**, Notes sur les Arachnides et les Insectes fossiles et spécialement sur ceux des terrains d'eau douce (Annales d. Scienc. natur. XV. 1828. p. 98—108).
- Géognosie des terrains tertiaires du midi de France, ou tableau des principaux animaux invertébrés des terrains marins tertiaires de la France. Montpellier, Durville. 1829. 8^o.
- Giebel, C.**, Fauna der Vorwelt mit steter Berücksichtigung der lebenden Thiere. 2. Bd. Gliedertiere. 1. Abtheilung. Die Insekten und Spinnen der Vorwelt mit steter Berücksichtigung der lebenden Insekten und Spinnen. Leipzig, Brockhaus. 1856. 8^o.
- Berendt, C. G.**, Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt, gesammelt und in Verbindung mit Mehreren herausgegeben. 1. Band, 2. Abth. Die im Bernstein befindlichen Crustaceen, Myriapoden, Arachniden und Apteren der Vorwelt, bearbeitet von C. L. Koch und C. G. Berendt. — 2. Band. Die im Bernstein befindlichen Hemipteren, Orthopteren und Neuropteren der Vorwelt, bearbeitet von E. F. Germar, F. J. Pictet und H. Hagen. Berlin, Nicolai. 1854—1856. Fol.

8) Periodische Schriften.

- Annales de la société entomologique de France.** Paris, 1832—1865. 8^o. (I. sér. Tome 1—11. Paris, Mequignon, Marris, Levrault, Bertrand. 1832—1842. — II. sér. Tome 1—10. publ. par la société. 1843—1852. — III. sér. Tome 1—8. Paris, 1853—60. — IV. sér. Tome 1—5. Paris, 1861—1865.)
- Transactions of the entomological society of London, incl. Proceedings of the entomological society of London.** London, 1834—1865. 8^o. (Vol. 1—5. 1834—1850. — New series, Vol. 1—5. 1850—1862. — Third series, Vol. 1—3. 1862—1865.)
- Tijdschrift voor Entomologie**, uitgegeven door de Nederlandsche entomologische Vereeniging, onder redactie van J. van der Hoeven, M. C. Verloren en S. C. Snellen van Vollenhoven. Leyden, Brill. 1857—1865. 8^o. Tome I—VII. (Der erste Band unter dem Titel: Mémoires d'Entomologie publiés par la société entomologique des Pays-Bas etc. publicit.)*)

* Die übrigen entomologischen Zeitschriften beschränken sich fast ausschliesslich auf die Klasse der Insekten (Hexapoden) und werden daher bei dieser aufgeführt.

- v. Siebold, C. Th., Bericht über die Leistungen im Gebiete der Anatomie und Physiologie der wirbellosen Thiere im Jahre 1838—1844. (Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1840—45.)
- Burmeister, H., Bericht über die Fortschritte der Entomologie i. J. 1834—35. (Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1835—36. Bd. 2.)
- Erichson, W. F., Bericht über die wissenschaftlichen Leistungen im Gebiete der Entomologie während d. J. 1836—1847 und Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte der Arachniden, Crustaceen und Entomostraken während d. J. 1840—46. (Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1837—1848. 2. Band.) Separat: Berlin, Nicolai. 1840—48. 8^o.
- Schaum, H., Bericht über die wissenschaftlichen Leistungen im Gebiete der Entomologie während d. J. 1848—1852. (Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1849—1853.) Separat: Berlin, Nicolai. 1850—1854. 8^o.
- Gerstäcker, A., Bericht über die wissenschaftlichen Leistungen im Gebiete der Entomologie während d. J. 1853—1862. (Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1854—1863.) Separat: Berlin, Nicolai. 1855—1865. 8^o.
- Stein, Fr., Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte der Annulata, Crustacea und Arachnida i. J. 1838—39. (Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1839—1840. 2. Bd.)
- Peters, W., Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte der Crustaceen, Arachniden und Myriapoden während d. J. 1847—51. (Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1849 und 1851, 2. Bd.)
- Gerstäcker, A., Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte der Crustaceen, Arachniden und Myriapoden während d. J. 1852 u. 1853. (Wiegmann's Archiv f. Naturgeschichte. 1854. 2. Bd.)
- Boheman, C., Berättelse om framstegen i Insekternas, Myriapodernas och Arachnidernas Naturalhistoria för 1845—1854 till Kongl. Vetenskaps-Akademien afgiven. Stockholm, Norstedt. 1847—1857. 5 Vols. 8^o.

II. Organische Zusammensetzung.

1. Gesamtbildung.

Der äussere Körperbau der Arthropoden resultirt in entsprechender Weise wie derjenige der Vertebraten vor Allem aus dem deutlich hervortretenden Uebergewicht, welches bei ihnen die animalen Organsysteme über die vegetativen erlangt haben. Von den Wirbelthieren in erster Linie durch den Mangel eines inneren (Knochen- oder Knorpel-) Skeletes unterschieden, theilen sie mit denselben neben der seitlichen Symmetrie die besonders im Nerven- und Muskelsystem ausgeprägte Gliederung des Körpers, welche jedoch, da sie sich hier zugleich auf die äussere Körperbedeckung (Haut) überträgt, in noch weit ausgeprägterem Maasse, als es bei den Vertebraten der Fall ist, hervortritt. In dieser Gliederung der Körperhaut, welche sich durch quere Einkerbungen derselben zu erkennen giebt, stimmen die Arthropoden mit den Annulaten überein — so dass Cuvier seiner Zeit beide zu einem und demselben Typus, zu demjenigen der *Articulata* vereinigte — und es ist durchaus nicht zu verkennen, dass der Bauplan, welcher sich in der Reihe der ersteren zu immer grösserer Vollkommenheit und Schärfe herausbildet, in dem der letzteren wenigstens der Anlage nach bereits vorgezeichnet ist. Dass man trotzdem eine Abtrennung der Arthropoden von den Annulaten zu einem besonderen Typus vorgenommen hat, ist ebensowohl in der grösseren Uebereinstimmung begründet, welche sich in der Gesamtorganisation zwischen den gegliederten und ungliederten Würmern herausgestellt hat, als durch die wesentlich verschiedene Bedeutung, welche der Gliederung des Arthropodenkörpers

beizumessen ist. Es zeigt sich nämlich in der Segmentirung der Annulaten nicht nur eine constante Wiederholung gleicher Einheiten in Grösse sowohl als Form, sondern es ist dieselbe zugleich der Ausdruck von der Anlage der inneren Organsysteme, welche, wie z. B. besonders die Ernährungs- und Geschlechtsorgane eine entsprechende Wiederholung oder Vervielfältigung erkennen lassen, so dass jedes Segment in seiner Totalität gewissermaassen vom anderen unabhängig erscheint. Dieser als homonom bezeichneten Segmentirung der Gliederwürmer steht die heteronome der Arthropoden im Grossen und Ganzen scharf gegenüber, wengleich es nicht an einzelnen vermittelnden Zwischenformen fehlt. Indem bei den Arthropoden die funktionelle Unabhängigkeit der einzelnen Segmente schwindet, wird zugleich die Uebereinstimmung derselben in Form und Grösse aufgehoben. Aus der Mannigfaltigkeit, in der dies geschehen, aus den verschiedenen Graden, bis zu denen diese Heteronomität gesteigert werden kann, ergibt sich der unendliche Formenreichtum der hier in Betracht kommenden Thiere. Zunächst fehlt es unter denselben nicht an vereinzeltten Formen, bei welchen diese Heteronomität nur eine sehr geringe und auf einzelne Segmente beschränkte ist, während alle übrigen noch eine äusserliche Uebereinstimmung erkennen lassen (gewisse Insektenlarven, Myriopoden und Isopoden). Diesen sich gleichsam als Uebergangsbildungen zu den Annulaten ergebenden Formen reihen sich solche an, bei denen eine merkliche Vergrösserung einzelner Segmente eintritt, ohne dass damit ein wesentlicher Formunterschied von den übrigen verbunden ist (*Scolopendra*). Ein abermaliges Fortschreiten in dieser Richtung besteht darin, dass sich diese grösseren Segmente in einer bestimmten Gegend des Körpers concentriren und dadurch schon zwei oder auch mehr Segmentgruppen an demselben hervortreten lassen: bis dann schliesslich eine Sonderung in mehrere sich scharf von einander absetzende Körperabschnitte dadurch bewirkt wird, dass die Segmente an verschiedenen Stellen des Körpers nicht nur in Form und Grösse von einander differiren, sondern auch an eben diesen Stellen in nähere Beziehung zu einander treten, sich gegenseitig enger verbinden oder selbst mit einander verschmelzen (Decapoden, Araneiden, Insekten). Der Arthropoden-Typus tritt in um so grösserer Schärfe und Ausbildung hervor, je höher dieser Grad der Ungleichwerthigkeit der Segmente gesteigert ist, je mehr sich dieselben zu sogenannten Segment-Complexen gruppiren und vereinigen. Mit dieser Heteronomität der Segmente ist aber im Gegensatz zu den Annulaten gleichzeitig eine numerische Beschränkung derselben verbunden. Die Zahl der Arthropoden-Segmente ist mit Ausnahme einzelner Formen (gewisse Myriopoden, *Apus*) nicht nur eine verhältnissmässig geringe, sondern sie wird zugleich sowohl für die Individuen einer und derselben Art, als auch bei Arten derselben Gattung, Familie und selbst höherer Abtheilungen eine constante, keinerlei Schwankungen mehr unterworfen. Ferner ist diese Heteronomität nicht etwa eine rein äusserliche oder allein durch eine entsprechend heteronome Gliederung der animalen Organe

(Muskel- und Nervensystem) hervorgerufene, sondern sie ist gleichzeitig der Ausdruck der Gesamtorganisation des Thieres. Den sich äusserlich markirenden Segmentgruppen entspricht eine Sonderung der inneren Organsysteme, welche sich mehr oder weniger auf einzelne jener Körperabschnitte lokalisieren und diesen dadurch eine desto grössere Bedeutung für den Gesamt-Organismus verleihen. Es findet dies in ganz übereinstimmender Weise selbst bei denjenigen Formen statt, welche durch die mehr homonome Gliederung ihres Körpers scheinbar den Annulaten näher treten.

In gleich hohem Grade wie die heteronome Segmentirung ist für den Arthropoden-Typus das Auftreten gegliederter Anhänge an den einzelnen Körperringen charakteristisch, so dass in richtiger Würdigung dieses Merkmals bereits Latreille die hierher gehörigen Thiere im Gegensatz zu den Annulaten als *Condylopoda* zusammenfasste. Allerdings treten diese als Gliedmaassen bezeichneten Anhänge nicht überall in gleicher Deutlichkeit und Vollkommenheit der Ausbildung hervor, ja es fehlt sogar nicht an Formen, bei denen sie während einzelner Entwicklungsphasen ganz oder fast ganz verschwinden: sei es, dass ihr Mangel dem Stadium der noch nicht fortpflanzungsfähigen Larve eigen ist (*Insecta Diptera* und *Hymenoptera*), sei es, dass sie im Gegensatz zu der damit ausgetüfteten Jugendform bei den geschlechtsreif gewordenen Individuen durch retrograde Entwicklung wieder eingehen (*Coccus*, *Peltogaster*, *Lernaea*, *Pentastoma* u. a.). Es kann jedoch durch diese immer nur als Ausnahmen von der Regel zu betrachtenden Fälle höchstens der diagnostische Werth dieses Merkmals im Gegensatz zu den Annulaten, keineswegs aber seine Bedeutung für den Arthropoden-Typus selbst in Frage gestellt werden. Auf eine solche würde schon das weit verbreitete Vorkommen dieser Gliedmaassen, so wie ihre stufenweise Ausbildung zu immer grösserer Vollkommenheit hinweisen; dieselben würden sich schon in funktioneller Beziehung als eins der wesentlichsten Attribute des Arthropoden-Körpers darstellen, auch wenn sie nicht, wie es in der That der Fall ist, auf die ganze Gestaltung desselben, insbesondere auf die heteronome Segmentirung, einen wesentlich bedingenden und bestimmenden Einfluss ausübten. Ein solcher ist aber durchaus nicht zu verkennen, wenn man die Form und Vertheilung dieser Gliedmaassen bei den mit annähernd homonomer Körpersegmentirung versehenen Arthropoden-Formen in Vergleich mit derjenigen stellt, wie sie bei den durch vollständige Heteronomität sich auszeichnenden zu Tage tritt. Während bei ersteren, wo sie entweder an allen Segmenten in gleicher Form und Grösse auftreten (Myriopoden) oder überhaupt nirgends zur Entwicklung gekommen sind (z. B. viele Dipteren-Larven), die Segmente selbst eine annähernde Gleichmässigkeit beibehalten, tritt bei letzteren die Heteronomität der Segmentirung in demselben Maasse schärfer und ausgeprägter hervor, als sich jene Gliedmaassen einerseits in Form und Grösse modificiren, andererseits sich auf bestimmte Segmente beschränken. Diese

ihre überall nachweisbare Einwirkung auf die Gestaltung der einzelnen Körperringe ergibt sich aber ganz naturgemäss aus der nahen Beziehung, in welcher diese Gliedmaassen abweichend von den ihnen morphologisch allerdings gleichwerthigen Füssstümmeln, Kiemenanhängen u. s. w. der Annulaten zu den animalen Organsystemen, insbesondere zu dem Muskelsystem der Arthropoden stehen. Letzteres, sich der äusseren Hautdecke des Körpers zunächst nach innen anschliessend und die vegetativen Organe umhüllend, sendet nämlich Fortsätze seiner selbst auch in das Lumen der ihrerseits wieder als unmittelbare Ausstülpungen der Körperhaut anzufassenden Gliedmaassen und befähigt dieselben dadurch, die ihm obliegenden Kraftäusserungen zu theilen oder selbst vorwiegend zu vermitteln. Die Masse der einem solchen Gliedmaassenpaare zugetheilten Muskulatur wird stets in genauem Verhältniss zu seinen Leistungen stehen und muss gleichzeitig in dem correspondirenden Segment einen entsprechenden Widerstand beanspruchen, daher eine Rückwirkung auf die Gestalt und Grösse desselben von selbst ausüben. In gleichem Maasse aber wie auf die Heteronomität der Segmentirung influenciren die Gliedmaassen auch in anderer Richtung auf die Gestaltung des Arthropoden-Körpers. Zunächst ist es ihr stets paarweises Auftreten, welches dem symmetrischen Aufbau desselben einen schärferen Ausdruck, eine höhere Vollendung verleiht. Indem sie sich ausserdem stets genau an den Verlauf des centralen Nervensystems halten und etwa mit Ausnahme derjenigen gegliederten Anhänge, welche als Fühlhörner oder Fühler (*Antennae*) stets auf die vorderen Segmente des Körpers beschränkt sind, ein jenem entsprechendes Lagerungsverhältniss zu den übrigen Organen erkennen lassen, treten sie als Bauchgliedmaassen auf und bewirken als solche eine formelle Sonderung des Körpers in eine dorsale und ventrale Hälfte. Auch in dieser Beziehung ist ihre unvollkommenere oder vollständigere eigne Ausbildung nicht ohne sichtbaren Einfluss: während bei geringer Entwicklung der Gliedmaassen der Formunterschied zwischen Rücken- und Bauchseite ein wenig hervortretender ist, steigert er sich mit der grösseren Vervollkommnung derselben in Form und Gliederung bis zur vollständigen Scheidung der einzelnen Segmente in einen oberen und unteren Halbring, von denen der letztere als Träger der Gliedmaassen ein besonders eigenthümliches Gepräge erhält.

Müssen hiernach die bei den Arthropoden auftretenden Gliedmaassen als ein die Körperbildung derselben im Allgemeinen wesentlich beeinflussender und theilweise selbst bedingender Faktor angesehen werden, so ist andernteils die grosse Mannigfaltigkeit der Form, in welcher sie auftreten, und die ebenso hervortretende Divergenz der Funktionen, welche ihnen obliegen, auf ein mehr oder minder deutlich hervortretendes Abhängigkeitsverhältniss von anderen Organsystemen zurückzuführen. Die Schwankungen, welche sie in jeder der beiden hervorgehobenen Richtungen zeigen, sind so beträchtliche, die Grenzen, innerhalb deren sie sich bewegen, so weite, dass es auf den ersten Blick kaum glaublich scheint,

so heterogenen Gebilden könne ein und derselbe Bildungsplan zu Grunde liegen. Es mag in Bezug hierauf vorläufig die Andeutung genügen, dass diese Gliedmaassen der Arthropoden in Form von Fühlhörnern der Vermittelung von Sinneseindrücken, in Form von Kiefern oder Saugtrübseln zur Zerkleinerung, resp. Aufnahme von Nahrung, in Form von Greiforganen, Zangen, Raubarmen u. s. w. zum Ergreifen ihrer Beute, in Form von Schreit- oder Schwimmbeinen zur Ortsbewegung dienen können, dass ihnen andererseits aber auch, indem sie die Gestalt von männlichen Copulationsorganen oder diejenige von weiblichen Bruttaschen (zur Aufbewahrung der Eier und Embryonen) annehmen, eine Mitwirkung bei der Fortpflanzung der Art, oder durch ihre Umgestaltung in Kiemen die Respiration übertragen werden kann. Den Schlüssel zu der Auffassung dieser vielgestaltigen Organe als morphologisch gleichwerthiger Gebilde liefert zunächst die vergleichende Betrachtung funktionell gleichartiger oder wenigstens analoger Gliedmaassen an entsprechenden Körperabschnitten verschiedener typischer Formen, wie sie z. B. Savigny an den Mundwerkzeugen der kauenden und saugenden Insekten angestellt hat: sodann der Nachweis, dass Organe von heterogener Form und Funktion durch allmähliche Uebergangsbildungen vermittelt werden (wie z. B. die sogenannten Kieferfüsse der Decapoden in ihrer Form die Mitte zwischen Kaukiefen und Schreitbeinen halten); endlich aber die sich häufig wiederholende Erfahrung, dass heterogen gestaltete und in verschiedener Richtung funktionirende Organe ein genau übereinstimmendes Lagerungsverhältniss zu homologen Abschnitten des Körpers, d. h. einen gleichen Ursprung von letzteren erkennen lassen und auch ihrerseits wieder durch allmähliche Zwischenstufen formell in einander übergeführt werden. Das letztere tritt in grosser Allgemeinheit vorzüglich in der Klasse der Crustaceen auf, wo z. B. die sogenannten *Pedes spurii* ebenso häufig durch Kiemen (welche bei manchen Formen zunächst nur als Anhang jener auftreten) wie durch Bruttaschen, partiell auch durch männliche Ruthen oder eine Schwanzflosse ersetzt werden. Eine derartig vergleichend morphologische Betrachtung, so überzeugend auch ihre Resultate erscheinen dürften, würde indessen immer noch Zweifel an der Gleichwerthigkeit aller jener Gebilde übrig lassen können, wenn letztere nicht gleichzeitig durch die Betrachtung ihrer ersten Anlage während der Embryonal-Entwicklung verbürgt wäre. Diese zeigt aber ebensowohl als die nachembryonale Metamorphose auf das Unzweideutigste, dass alle jene Gliedmaassen, welche ihrer Form und Funktion nach als Fühler, Kiefer, Kieferfüsse, Schreitbeine, Kiemenfüsse u. s. w. unterschieden werden, ihrer ersten Anlage nach vollständig homologe Gebilde und in der frühesten Periode ihrer Hervorbildung sogar so übereinstimmend geformt sind, dass die später daraus hervorgehenden Organe noch nicht aus denselben gemuthmasst werden können. Ebenso stellt die Entwicklungsgeschichte es als ein den ganzen Arthropoden-Typus beherrschendes und für das Verständniss des demselben zu Grunde liegenden Bauplanes besonders bedeutungs-

volles Gesetz hin, dass ein Gliedmaassenpaar stets als der Exponent eines Körpersegments zu gelten habe und dass daher überall, wo scheinbar ein einzelnes Segment mehrere solcher Gliedmaassenpaare in sich vereinigt, dasselbe nicht einem Ursegmente äquivalent, sondern als ein durch Verschmelzung mehrerer solcher entstandener Segmentcomplex aufzufassen sei. Dass eine derartige Gesetzmässigkeit in dem zwischen Gliedmaassen und Körpersegmenten der Arthropoden bestehenden Verhältniss existire, drängt sich übrigens schon der vergleichenden Betrachtung zahlreicher typischer Formen dieser Thiergruppe auf. Geht man auch hier wieder zunächst auf die noch vorwiegend homonom segmentirten Abtheilungen ein, so zeigt es sich, dass in der Klasse der Crustaceen die Amphipoden, Isopoden und Phyllopoden, in derjenigen der Myriopoden die Chilopoden darin übereinstimmen, dass bei ihnen sämtliche Körperringe mit Ausnahme des vordersten als Kopf bezeichneten Abschnittes, indem sie alle Entwicklungsstadien hindurch in ihrer ursprünglichen Selbstständigkeit verharren, dem entsprechend auch durchweg nur mit je einem Gliedmaassenpaare versehen sind. Wenn in der zweiten Ordnung der Myriopoden, den Chilognathen die grosse Mehrzahl der Körperringe anstatt des einzelnen regelmässig zwei Gliedmaassenpaare trägt, so muss hier schon von vorn herein die Vermuthung nahe liegen, dass es sich dabei um eine constant gewordene Verschmelzung zweier Ursegmente zu je einem Körperringe handelt und diese Vermuthung findet auch ihre volle Bestätigung nicht nur in der zum Theil noch sichtbaren Duplicität dieser Ringe selbst, sondern auch darin, dass der Verdoppelung des Beinpaares auch ein doppeltes Stigmenpaar entspricht, welches letzteres schon für sich allein auf zwei ursprüngliche Ringe hinweisen würde. Anstatt also, wie es zuerst scheinen könnte, die numerische Correspondenz zwischen Segmenten und Gliedmaassen zu alteriren, treten die Chilognathen im Gegentheil als gewichtige Stütze für dieselbe ein. Ebenso wenig kann die Existenz einer solchen durch diejenigen Crustaceen und Arachniden in Zweifel gezogen werden, bei welchen eine grössere Anzahl von Segmenten zu einem gemeinsamen Körperabschnitt (Cephalothorax) verschmolzen ist; denn es treten bei diesen die mit Gliedmaassenpaaren versehenen Segmente auf der Bauchseite noch in so vollständiger Scheidung hervor, dass überhaupt nur von einer halbseitigen (dorsalen) Verschmelzung die Rede sein kann. Es käme also von scheinbar einfachen, aber dabei mit mehreren Gliedmaassenpaaren versehenen Segmenten des Arthropoden-Körpers nur noch der als Kopf bezeichnete vorderste Körperabschnitt der eigentlichen Insekten, Myriopoden, Amphipoden und Isopoden in Frage und in der That ist wenigstens der Kopf der Hexapoden von verschiedenen Seiten her mit besonderer Hartnäckigkeit als Einzelring in Anspruch genommen worden. Indessen auch für diesen lässt sich, selbst ohne Bestätigung durch die Embryologie, der Nachweis des Segmentcomplexes schon daraus mit Evidenz führen, dass er bei formeller Uebereinstimmung in den oben genannten Klassen

und Ordnungen nicht überall eine gleiche Anzahl von Gliedmaassenpaaren trägt, dass aber eine vermehrte Zahl derselben am Kopf gleichzeitig eine entsprechende Verminderung der darauf folgenden selbstständig gebliebenen Ringe zur Folge hat. Steht es mithin fest, dass dieser sogenannte Kopf unter Umständen (Amphipoden, Isopoden) ein in anderen Fällen (*Hexapoda*) von ihm getrennt bleibendes Körpersegment sammt dem von ihm entspringenden Gliedmaassenpaar in sich aufnehmen kann, ohne in seiner Erscheinung dadurch modificirt zu werden, so wird seine Zusammensetzung aus mehreren Ursegmenten überhaupt nicht mehr in Frage gestellt werden können, und am wenigsten aus dem Grunde, dass die Grenze dieser ursprünglichen Segmente keine Andeutung mehr erkennen lässt. Die feste Verschmelzung derselben, welche zum Theil schon aus der scharf ausgeprägten Trennung des Kopfes von dem folgenden Körperabschnitt (Thorax) hergeleitet werden muss, resultirt vielmehr aus der engeren funktionellen Beziehung ihrer Gliedmaassen zu einander, welche sämmtlich in ihrer Abhängigkeit von den Verdauungsorganen die Form von Mundwerkzeugen angenommen haben, in ganz übereinstimmender Weise wie der Thorax sich um so mehr zu einem Ganzen concentrirt, je ausschliesslicher er durch die ihm anhaftenden Gliedmaassen allein die Ortsbewegung vermittelt. Deutet somit in jedem Falle die Existenz eines Gliedmaassenpaares auf einen ursprünglichen, wenn auch bei weitem nicht immer isolirt bleibenden Körperring hin und muss ferner einem jeden solchen Ringe die Disposition zugeschrieben werden, ein Gliedmaassenpaar erzeugen zu können, so ist damit durchaus nicht gesagt, dass letzteres in jedem Falle zur Ausbildung kommen müsse. Vielmehr trägt das Ausbleiben dieser Gliedmaassen, welches oft ganze Gruppen von Segmenten charakterisirt (z. B. den Hinterleib der Hexapoden), in erster Linie mit zur Heteronomität der Körpersegmentirung, wie sie den Arthropoden in so hervortretender Weise eigen ist, bei.

2. Allgemeine Topographie der Organe.

In keiner Abtheilung der wirbellosen Thiere tritt eine so ausgeprägte habituelle oder physiognomische Aehnlichkeit mit den Vertebraten hervor, als dies wenigstens bei allen höher organisirten Arthropoden-Formen der Fall ist, zumal wenn man sie im Leben, in ihren Bewegungen und Verrichtungen beobachtet. Es beruht diese Aehnlichkeit offenbar auf der hohen Ausbildung ihrer animalen Organsysteme, unter denen die Muskulatur durch ihre häufig sehr detaillirte Gliederung besonders obenan steht. Es hat daher ein spezieller Vergleich derselben mit den Wirbelthieren, wie er sich durch eine gleichartige Benennung ihrer Körpertheile, z. B. als Kopf, Brust, Beine, Flügel u. s. w. ausdrückt, wenigstens dem ersten Eindruck nach eine scheinbar grössere Berechtigung, als dies in vielen Fällen von den übrigen Evertebraten behauptet werden kann. Trotzdem ist die Lagerung der wesentlichsten Organsysteme im Arthropoden-Körper eine fast diametral verschiedene, so dass es sich bei einem Vergleich

beider nicht um Homologieen, sondern nur um Analogieen handeln kann. Vergleicht man die Ortsbewegung eines Käfers oder Krebses mit derjenigen eines Säugethieres oder Reptils, so wird man kaum darüber in Zweifel gerathen, dass die Rückenfläche des Körpers bei den ersteren derjenigen der letzteren entspricht, da die Bewegungsorgane beider von der Bauchseite ausgehen oder dieser wenigstens ihrem Ansatz nach sich zuwenden; trotzdem könnte wenigstens nach der Lage des centralen Nervensystems, welches bei ersteren als sogenanntes Bauchmark der ventralen Seite eigen ist, mit grösserem Recht die Bauchfläche der Arthropoden der Rückenfläche der Wirbelthiere gleichgesetzt werden.

Es ist bereits oben hervorgehoben worden, dass an dem Körper der Arthropoden neben einer vorwiegenden Ausdehnung nach der Längsrichtung fast in allen Fällen eine deutliche seitliche Symmetrie hervortritt und dass diese eine um so schärfere Ausprägung erhält, je vollkommener die von demselben entspringenden Gliedmaassen in ihrer Form und Grösse entwickelt sind. Nur selten wird diese Symmetrie partiell, z. B. durch ungleiche Grössenentwicklung einzelner Gliedmaassen (Decapoden) beeinträchtigt, noch seltener fast total aufgehoben; letzteres tritt ausschliesslich bei retrograder Entwicklung während des geschlechtsreifen Lebensstadiums vereinzelter Formen, wie *Coccus*, *Bopyrus*, *Lernaea*, *Peltogaster* u. a. ein. In gleicher Schärfe tritt eine formelle Sonderung von Rücken- und Bauchfläche wenigstens am Körper aller derjenigen Arthropoden auf, bei welchen die Gliedmaassen nur eine einigermaassen deutliche Ausbildung erfahren haben, indem letztere mit alleiniger Ausnahme der Fühlhörner (Antennae) durchweg auf die Bauchseite beschränkt sind; überdies wird diese Bauchfläche stets durch die Anwesenheit der Mund-, After- und Geschlechtsöffnung als solche ausgezeichnet. Die den ganzen Körper umschliessende äussere Haut stellt sich als ein Schlauch dar, welcher nur durch die eben genannten ventral gelegenen Oeffnungen unterbrochen und mittels dieser mit den inneren Organen in Verbindung gesetzt wird. Ihrer Struktur nach eine Cutikular-Bildung, kann sie durch Ausscheidung einer festen äusseren Schicht je nach der Mächtigkeit dieser eine grössere oder geringere Widerstandsfähigkeit erreichen, welche bei starken Schwankungen gemäss der Körperconstitution der einzelnen Formen bis zu brüchiger Starrheit gesteigert werden kann, aber überall nur da zu Tage tritt, wo es sich um einen Stützapparat für den Ansatz der Muskulatur handelt. Daher bleibt sie zart und nachgiebig, wo, wie an den Verbindungsstellen der von ihr gebildeten Segmente, an der Gelenkverbindung der als Ausstülpungen derselben zu betrachtenden Gliedmaassen eine freie Beweglichkeit oder Dehnbarkeit ermöglicht werden soll. Die Funktion dieser lokal verdickten und erhärteten Körperhaut als Stützapparat für die Muskulatur, als sogenanntes Hautskelet ergibt sich sofort bei ihrer Trennung; ein Schnitt durch dieselbe zeigt, dass die alle übrigen Organe einschliessende Muskulatur sich ihrer Innenseite oder den mit ihr zusammenhängenden, das Körperlumen durch-

setzenden Gerüsten inserirt, übrigens je nach der stärker hervortretenden Heteronomität der Segmentirung in bestimmten Körperabschnitten vorwiegend concentrirt erscheint. Nach innen von derselben liegt der Rückenseite zunächst und zwar in der Mittellinie derselben das unpaare Centralorgan des Circulationsapparates, welches seltener in Form eines kurzen, ungegliederten Herzens, häufiger in der eines langgestreckten und dann gegliederten Rückengefässes auftritt; diesem gegenüber in der Mittellinie der Bauchseite das aus paarigen Ganglien und diese mit einander verbindenden paarigen Commissuren bestehende Centralorgan des Nervensystems, nach dieser seiner Lage als Bauchmark bezeichnet. Zwischen beiden verläuft der die vordere Mund- und die hintere Afteröffnung verbindende Ernährungskanal, welcher theils in gerader Richtung, theils in mehrfachen Windungen die Körperhöhle durchsetzt, stets aber in der Weise zur Mundöffnung gelangt, dass sein vorderster Theil sich zwischen die Verbindungsstränge der beiden vordersten Ganglienpaare des Bauchmarkes hindurchdrängt, um auf diese Weise den sogen. Schlundring herzustellen. Ausser den drüsigen Apparaten, welche in verschiedener Zahl und Ausbildung mit dem Ernährungskanal in näherer Verbindung stehen, füllt die Leibeshöhle der meist auf die hinteren Körperabschnitte beschränkte Geschlechtsapparat aus, welcher, mit wenigen Ausnahmen auf zweierlei Individuen vertheilt, eine paarige Bildung erkennen lässt und stets vor der Afteröffnung nach aussen mündet. Die Sinnesorgane, wenngleich in vereinzelt Fällen auf die verschiedensten Regionen des Körpers vertheilt, concentriren sich doch vorwiegend auf die vordersten Ringe desselben.

3. Körperhaut (Hautskelet).

Die äussere Körperhaut der Arthropoden kann als ein ringsum geschlossener, in sich selbst zurückkehrender Schlauch angesehen werden, welcher sich ebensowohl an gewissen, ihn scheinbar durchsetzenden Oeffnungen (Mund, After, Genitalöffnung) in das Lumen des Körpers einstülpt, als er andererseits eine grössere oder geringere Zahl paariger Ausstülpungen erkennen lässt. Während er in ersterem Fall den Darmkanal, den Ausführungsgang der Genitalien an seiner Innenseite auskleidet, producirt er in letzterer Hinsicht äussere Anhängsel, welche, wenn sie bei vollkommener Ausbildung gleich ihm selbst eine Gliederung eingehen, unter verschiedener Form als Gliedmaassen auftreten. Eine derartige Auffassung des Körper-Integuments wird sich allerdings nicht sofort aus der Betrachtung eines den Arthropoden-Typus in seiner complicirtesten Ausbildung vertretenden Thieres, wie z. B. eines Flusskrebse, eines Käfers ergeben; denn es treten hier oft schon die einzelnen Theile des Rumpfes, noch mehr aber die demselben anhaftenden Gliedmaassen sowohl nach ihrem Form-Abschluss in sich selbst, als nach ihrer scheinbar lockeren Verbindung unter einander dem Auge weit eher als selbstständige Gebilde denn als continuirliche Theile eines und desselben

Organsystemes entgegen. Sehr viel leichter wird sich dagegen die Vorstellung eines derartigen Hautschlauches oder Hautsackes geltend machen, wenn man z. B. eine Schmetterlingsraupe, ein durch starke Anschwellung der Ovarien ausgedehntes Termitenweibchen, einen von Blut vollgesogenen *Ixodes* oder dergl. in Betracht zieht. An dem Hinterleibe der Termitenkönigin treten z. B. die sich sonst dachziegelartig deckenden oder durch tiefe Einschnitte scharf geschiedenen Segmentplatten nach vollständiger Entfaltung ihrer weichen Verbindungshäute in ihrer eigentlichen Bedeutung als lokale Verdickungen des Hautschlauches sofort hervor, ebenso wie sich am Körper der Raupe die kurzen, stummel- oder warzenförmigen Beine sehr viel leichter als einfache Ausstülpungen der Haut darstellen als dies z. B. bei den äusserst langen und fadenförmig dünnen Extremitäten eines *Phalangium* oder bei dem besonders vollkommen gegliederten Raubarm einer Fangheuschrecke (*Mantis*) der Fall ist. Sind nun aber auch diese Gliedmaassen der Arthropoden, wie es die Morphologie nicht minder als ihre histologische und chemische Beschaffenheit darthut, nichts als unmittelbare Fortsätze der allgemeinen Körperbedeckung, so treten sie doch andererseits sowohl durch ihre Form, als auch in funktioneller Beziehung in einen gewissen Gegensatz zu dem Rumpfteile des Hautskeletes, so dass bei einer morphologischen Betrachtung, auf die wir hier zunächst einzugehen haben, beide füglich gesondert abgehandelt werden müssen.

a) Am Rumpfteile des Hautskeletes der Arthropoden hat man nach der Analogie mit den Wirbelthieren mehrere, auf innigerer Vereinigung verschiedener Segmente beruhende Hauptabschnitte in der Reihenfolge von vorn nach hinten als Kopf (Caput), Brustkasten (Thorax) und Bauchtheil oder Hinterleib (Abdomen) bezeichnet, an letzterem auch wohl bei gewissen Formen noch ein Postabdomen unterschieden. Solche Hauptabschnitte fehlen aber, wenigstens in deutlicher Abgrenzung von einander, einer grösseren Anzahl typischer Formen theils im Larven-, theils im ausgebildeten Zustande und auch wo sie vorhanden, treten sie keineswegs immer in gleicher Zahl und noch weniger in gleicher Zusammensetzung aus denselben Segmenten auf. So stimmen z. B. die Myriopoden mit den Insekten in der Abgrenzung eines (auch seinem Umfange nach gleichwerthigen) Kopftheiles überein, während eine Sonderung der folgenden Körperringe in Brust- und Bauchtheil vollständig vermisst wird; umgekehrt lassen die Arachniden eine den Insekten ganz analoge Abtrennung des Abdomen vom Brustkasten erkennen, ohne dass eine gleiche zwischen dem letzteren und dem Kopf bestände. Während man nun den durch Verschmelzung von Kopf und Thorax entstandenen Körperabschnitt, wie er den Arachniden eigen ist, als Cephalothorax bezeichnet hat, ist mit dem gleichen Namen bei manchen Crustaceen (Decapoden) eine viel grössere Summe von ursprünglichen Segmenten und bei anderen Ordnungen dieser Klasse abermals ein in anderer Weise zusammengesetzter Körperabschnitt belegt worden. Dass man in analoger Weise den vorder-

sten Körpertheil der Amphipoden und Isopoden als Kopf bezeichnet hat, ohne dass derselbe seiner Zusammensetzung nach dem Kopfe der Hexapoden entspräche, ist bereits oben gelegentlich bemerkt worden. Es sind demnach die obigen Bezeichnungen in ziemlich willkürlicher Weise und bei den verschiedenen Klassen der Arthropoden oft auf Theile angewendet werden, welche sich ihrer Entstehung nach keineswegs genau entsprechen, sondern nur im Grossen und Ganzen eine gewisse Form-Uebereinstimmung zu erkennen geben. Man hat nun, nach Wahrnehmung dieser in der Nomenklatur bestehenden Inconsequenz, in verschiedener Weise den Versuch gemacht, jene grösseren Körperabschnitte der verschiedepn Arthropoden-Formen in Bezug auf die sie zusammensetzenden primitiven Segmente mit einander in Vergleich zu stellen und ganz besonders mit Berücksichtigung der numerischen Verhältnisse ihrer Gliedmaassen, ausserdem auch durch ein Zurückgehen auf ihre erste Anlage während des Embryonalzustandes die zwischen denselben bestehenden Uebereinstimmungen, resp. Abweichungen nachzuweisen. Es hat sich jedoch dabei in Betreff der Erzielung einer einheitlichen Nomenklatur die Unmöglichkeit einer solchen nur um so sicherer ergeben, als sich durch jene Untersuchung die Zahl der Combinationen, in welchen die einzelnen Körpersegmente mit einander zu grösseren Segmentcomplexen verbunden werden können, als eine noch beträchtlich grössere, wie es zuerst den Anschein hatte, herausstellte, so dass nur die Alternative übrig blieb, entweder für jede dieser Combinationen besondere Benennungen einzuführen oder mit den einmal gebräuchlichen keine bestimmte Vorstellung in Betreff des morphologischen Werthes jener Körpertheile zu verbinden. Uebrigens wurde dabei die allgemeine Bedeutung jener Segmentcomplexe in doppelter Hinsicht aufgeklärt: erstens bekundete sich die grosse Mannigfaltigkeit, in der sie auftreten, als eine den Arthropoden-Typus charakterisirende Eigenthümlichkeit, als eine Verwirklichung der durch die heteronome Segmentirung als möglich hingestellten, zahlreichen Combinationen: zweitens ergab sich aber dabei als ein Gesetz, dass die Freiheit und Ungebundenheit, mit welcher diese Combinationen innerhalb gewisser Klassen der Arthropoden eingegangen werden können, bei anderen schliesslich einer immer grösseren Constanz weichen. Das Erstere ist in den Klassen der Myriopoden und Crustaceen, das Letztere bei den Arachniden und Insekten der Fall. Während die Myriopoden es mit Ausnahme des Kopfes überhaupt noch nicht zu grösseren Segmentcomplexen bringen, treten solche bei den Crustaceen noch in der mannigfachsten Weise auf, indem hier der Kopftheil sowohl nur mit einem, als mit allen Thoraxsegmenten, schliesslich aber auch mit einem Theil der Abdominalsegmente zu einem gemeinsamen Abschnitt verschmelzen kann. Eine festere Gestaltung dieser Körperabschnitte macht sich zuerst bei den Arachniden geltend, indem hier eine Trennung von Brust- und Bauchtheil so constant wird, dass sie nur bei einigen der am niedrigsten entwickelten Formen nicht zu scharfer Ausprägung gelangt. Einen vollständigen

Abschluss erhält diese Trennung aber erst bei den eigentlichen Insekten, bei denen eine Abgrenzung von Kopf, Thorax und Hinterleib beständig auftritt; daher sie auch von jeher den Ausgangspunkt für eine analoge Betrachtung der übrigen Klassen gebildet haben.

Bei den grossen Schwierigkeiten, welche sich hiernach einer spezielleren Präcisirung der als Kopf, Thorax u. s. w. bezeichneten Körperabschnitte entgegenstellen, ist es von um so grösserer Wichtigkeit, dass der Abgrenzung derselben wenigstens im Ganzen und Grossen eine ziemlich constante Vertheilung der verschiedenen Organsysteme entspricht und dass manche dieser Organsysteme gewissen Abschnitten des Hautskeletes sogar einen bestimmten physiognomischen Ausdruck verleihen. So ist z. B. der Kopf der Arthropoden wenigstens annähernd durch die ihm übertragenen Sinnesorgane, von denen nur ausnahmsweise das eine oder andere eine Versetzung auf verschiedene Körpertheile erfahren kann, bestimmt und durch diese selbst dann als solcher zu erkennen, wenn er, wie bei den Crustaceen und Arachniden nicht mehr in seiner Selbstständigkeit aufrecht erhalten ist. In ähnlicher Weise ist das Abdomen als vorwiegender Träger der Ernährungs- und als ausschliesslicher der Fortpflanzungsorgane abgegrenzt und das sich von diesem zuweilen in Form eines Schwanztheiles absetzende Postabdomen dadurch bestimmt, dass es mit Ausschluss der Fortpflanzungsorgane (neben den animalen Systemen) nur den Endtheil des Verdauungsrohres umschliesst. In sehr viel geringerem Grade ist freilich der Brusttheil (Thorax) fixirt, indem derselbe nur bei den Arachniden und Insekten zum alleinigen Träger der Bewegungsorgane wird, während er sich bei den Myriopoden und Crustaceen in diese mit dem Hinterleib theilt und daher entweder, wie bei ersteren, überhaupt keine Abscheidung erkennen lässt, oder wie bei vielen der letzteren in seiner Entwicklung selbst auffallend durch den Hinterleib beeinträchtigt wird.

Es ist bereits oben beiläufig bemerkt worden, dass die Hauptabschnitte des Arthropoden-Körpers häufig eine sehr auffallende Differenz in der Bildung ihrer Rücken- und Bauchseite erkennen lassen, insofern nämlich am Cephalothorax der Arachniden und Crustaceen die Rücken- und Bauchseite ein ungetheiltes Ganzes (Rückenschild) darstellt, während auf der Bauchseite die ihn zusammensetzenden ursprünglichen Segmente noch deutlich unterschieden werden können. Ein derartiges Vorkommen scheint auf den ersten Blick der Zusammensetzung des Hautskeletes aus in sich geschlossenen Segmenten, wie sie für die Arthropoden als durchgreifend hervorgehoben wurde, zu widersprechen, erklärt sich aber trotzdem leicht, wenn man auf die Modifikationen, welche diese Einzelsegmente erleiden können, zurückgeht. In ihrer einfachsten Gestaltung sind dieselben nämlich allerdings continuirliche, in sich selbst zurückkehrende Ringe, welche, wie z. B. am Körper einer *Tipula*-Larve, eine formelle Scheidung von Rücken- und Bauchseite um so weniger erkennen lassen, als Gliedmaassen hier vollständig fehlen. Auch selbst da, wo solche bereits deutlich

auftreten, kann eine Trennung der Ringe in eine obere und untere Hälfte noch nicht zum deutlichen Ausdruck gelangt sein, wenn die Consistenz derselben über die ganze Peripherie hin eine annähernd gleiche ist (z. B. bei den meisten Schmetterlingsraupen). Dagegen kommt es überall, wo an den gegenüberliegenden Seiten eine Erhärtung der Körperhaut auftritt, zu einer deutlichen Trennung von sogenannten Rücken- und Bauch-Halbringen (*Laminae dorsales et ventrales*), welche dann aber stets in gleicher Weise, wie es zwischen je zwei auf einander folgenden Ringen der Fall ist, an beiden Seiten des Körpers durch weiche, nachgiebige Hautstellen mit einander verbunden sind. Diese Halbringe können entweder in ihrer Ausdehnung einander nahezu gleich sein, wie es z. B. bei *Scelopendra*, vielen Coleopteren-Larven u. a. der Fall ist, oder es kann bald der Dorsal-Halbring auf Kosten des ventralen (Julus), bald der letztere auf Kosten des dorsalen (z. B. am Brustkasten vieler Insekten) bedeutend an Umfang zunehmen. Auch kann sich eine jede dieser gegenüberliegenden Platten wieder in mehrere kleinere zertheilen, wie dies z. B. ganz besonders deutlich an den Ventralplatten der Hinterleibsringe mancher Insektenlarven (*Carabus*), wo diese kleineren Hornplatten durch dünnhäutige Stellen scharf getrennt sind, in weniger ausgeprägter Weise ganz allgemein an den unteren Thoraxhalbringen der Insekten hervortritt, wo sie als *Episterna* und *Epimera* unterschieden werden. Indem sich nun diese dorsalen und ventralen Halbringe in immer ausgeprägter Weise von einander abheben, gelangen sie zunächst an den Einzelsegmenten selbst zu einer Art Selbstständigkeit oder wenigstens Unabhängigkeit von einander und diese kann bei engerem Anschluss zwischen verschiedenen Segmenten unter einander bis zu dem Grade potenzirt werden, dass sie sich einseitig mit einander verbinden, resp. von einander getrennt bleiben. Auf diese Weise entsteht bei den Decapoden durch einseitige Verschmelzung der dorsalen Halbringe der Cephalothorax, durch eine partielle der ventralen eine geringere Zahl der Bauchringe am Hinterleibe vieler Coleopteren u. s. w.; ja, es ist sogar nicht unwahrscheinlich, dass auf eine analoge, aber bis zu einem hohen Grad von Formveränderung getriebene einseitige Verschmelzung von dorsalen Halbringen die eigenthümlichen zweiklappigen Schalen mancher Entomostraken zurückzuführen sind, welche wie bei einigen Phyllopoden, Cladoceren und Ostracoden den ganzen übrigen Körper umschliessen.

Was die Zahl der Einzelsegmente betrifft, in welche der Rumpfteil des Hautskeletes der Arthropoden zerfallen kann, so schwankt dieselbe innerhalb sehr weiter Grenzen; mit verhältnissmässig wenigen Ausnahmen stellt sie sich jedoch als eine beschränkte, wenn auch im Vergleich mit denen der grösseren Körperabschnitte immer noch als eine bedeutende heraus. Im Allgemeinen lässt sich auch in dieser Beziehung als Gesetz aufstellen, dass die Zahl der Segmente zugleich mit ihrer annähernden Homonomität wächst, dagegen um so geringer wird, je mehr die Heteronomität zur vollen Geltung und zur Constantheit gelangt. Eine

Ausnahme hiervon bilden abgesehen von den Larvenformen der eigentlichen Insekten die vorwiegend homonom segmentirten Crustaceen-Ordnungen der Amphipoden und Isopoden, welche trotzdem die auch bei den Decapoden constant auftretende Zahl von 20 Segmenten ($5 + 15$) festhalten. Letztere Zahl wird bei deutlich hervortretender Heteronomität der Segmentirung überhaupt selten überschritten (*Apus*), dagegen häufig nicht erreicht; indem z. B. bei den Copepoden und bei der Mehrzahl der Hexapoden nur 16 (bei letzteren $4 + 12$) Segmente nachweisbar sind, während ihre Zahl bei den Arachniden mit gegliedertem Hinterleib zwischen 12 und 19 schwankt. Gegen diese nicht weit von einander differirenden und zugleich in grosser Allgemeinheit unter den Arthropoden auftretenden Zahlen muss eine Vermehrung der Segmente bis auf etwa 130—140, wie sie bei einzelnen Formen der Myriopoden (*Julus*, *Geophilus*) auftritt, um so auffallender erscheinen, als es auch in dieser Klasse Gattungen giebt, in welchen bis auf die Zahl von 20 Segmenten (z. B. *Lithobius*, $4 + 16$) zurückgegangen ist. Aber eben diese Formen sind es gerade, welche durch ihre ganze äussere Erscheinung den Annulaten am nächsten kommen und neben der grossen Zahl und der fast vollständigen Homonomität ihrer Segmente auch darin mit ihnen übereinstimmen, dass je nach den Individuen einer und derselben Art Schwankungen in der Zahl der Körperringe vorkommen, welche nach Brandt's Untersuchungen keineswegs unbedeutend sind, sondern sich z. B. bei *Julus* bis auf mehr denn 30 Einzelringe belaufen können. Müssen nun diese Fälle mit inconstanter und ebenso diejenigen mit auffallend stark vermehrter Zahl der Segmente schon wegen ihres verhältnissmässig seltenen Vorkommens als Ausnahmen von der Regel angesehen werden und muss im Gegensatz dazu eine beschränkte und constante Zahl für die Arthropoden als Norm gelten, so darf andererseits diese Constantheit der Zahl, wie sie allerdings nicht nur für die Individuen derselben Art, sondern ganz allgemein auch für sämtliche Arten einer Gattung und vieler Familien nachweisbar ist, doch nicht als eine auch innerhalb grösserer systematischer Abtheilungen consequent festgehaltene und unabänderliche angesehen werden. Allerdings sind verschiedene Versuche gemacht worden, die in der Körpersegmentirung vertretenen Zahlenverhältnisse auf ein einheitliches Grundgesetz zurückzuführen; alle sind aber, wie z. B. auch die Burmeister'sche Annahme der Grundzahlen 3 und 5, welche je nach den Ordnungen und Klassen in verschiedenen Multiplis wiederkehren und in dieser Wiederholung constant sein sollen, in mehr theoretischer Weise hingestellt worden, ohne durch den objectiven Sachverhalt eine durchgehende Bestätigung zu erfahren. Eine unbefangene Beobachtung wird vielmehr auch hier zu dem Resultate kommen, dass, wenngleich in vielen Fällen bestimmte Zahlenverhältnisse zur Geltung gelangt sind, in anderen mehr oder minder beträchtliche Schwankungen nicht in Abrede gestellt werden können.

Die in geringerem oder stärkerem Grade hervortretende Erhärtung

des Rumpftheiles der Körperhaut, welche auf der Ausscheidung eines eigenthümlichen organischen Stoffes, der Chitine beruht, hat, wie bereits hervorgehoben, den Zweck, der von der Innenseite derselben entspringenden Muskulatur einen festen Ausgangspunkt zu verleihen, daher denn auch sehr allgemein diejenigen Körperabschnitte, in welchen sich die Muskulatur vorwiegend anhäuft, nicht nur von derberer Consistenz, sondern auch von festerem Gefüge zu sein pflegen. Hat hiernach die der Körperhaut der Arthropoden beigelegte Bezeichnung als Hautskelet in physiologischer Beziehung ihre volle Berechtigung, so giebt es doch andererseits gewisse Formen, bei welchen die Hautbedeckung eine bedeutende Widerstandsfähigkeit überhaupt nicht erreichen zu können scheint, indem bei ihnen auch diejenigen Parteen, welche ganz vorzugsweise der Muskulatur zum Ansatz dienen, eine Nachgiebigkeit bis zu dem Grade erkennen lassen, dass ihrer Aussenseite eine bestimmte Plastik erst durch diese Muskulatur selbst verliehen wird, so dass sie einen getreuen Abdruck dieser wiedergeben. Dies ist in besonders ausgeprägter Weise an dem Kopf- und Brusttheil gewisser Insekten (z. B. *Cicada* und Verwandte) und ebenso am Hinterleib mehrerer Arachniden (*Arthrogastra*) der Fall, wo entweder den Muskelparteen entsprechende wulstige Hervortreibungen oder (*Thelyphonus*) von diesen herrührende narbige Vertiefungen zum Vorschein kommen. Uebrigens dienen die äusserlich sichtbaren Theile des Hautskeletes keineswegs bei allen Arthropoden der Muskulatur ausschliesslich zum Ansatz, sondern es finden sich sehr häufig nebenher im Innern bestimmter Segmente oder Körperabschnitte eigenthümliche Gebilde in Form von Leisten, Balken, Platten oder selbst von recht complicirten Gerüsten, welche diesem Zweck gleichfalls dienen. Dass dieselben ausschliesslich auf solche Körpertheile, welche wie der Kopf- und Brusttheil durch die ihnen anhaftenden Gliedmaassen einen besonderen Kraftaufwand zu vermitteln haben, beschränkt sind, ist bei ihrem Zweck, als Hebel bei der Bewegung zu wirken, von selbst einleuchtend, so wie andererseits dieses ihr beschränktes Auftreten mit Sicherheit schliessen lässt, dass sie nicht, wie man dies wohl annehmen zu dürfen geglaubt hat, in einer näheren Beziehung zu dem Centralorgan des Nervensystems stehen. Eine solche ist freilich von Carus, Treviranus u. A. auf Grund der Beobachtung hin gemuthmaasst worden, dass derartige innere Chitingertüste, wenn sie von der Bauchseite der Körpersegmente ausgehen, entweder in Form einer Gabel das Bauchmark von unten her stützen, oder, indem sie sich über demselben vereinigen, es sogar ringförmig einschliessen. Es ist indessen diese scheinbare Uebereinstimmung mit dem Nervenskelet der Wirbelthiere, welche bei manchen Crustaceen (*Astacus*) eine recht täuschende ist und welche besonders Carus veranlasste, auch bei den Arthropoden von einem inneren Skelet, so wie von Bauchwirbeln zu reden, bereits vor längerer Zeit durch v. Baer ihrem wahren Sachverhalt nach dargelegt und ein Vergleich dieser sogenannten Wirbel mit denjenigen der Vertebraten als nicht

sichhaltig zurückgewiesen worden. Einerseits fehlen nämlich derartige innere Chitingerüste in gewissen Abtheilungen der Arthropoden, wie z. B. den Myriopoden ganz, bei anderen (Insekten) wenigstens in ganzen Körperabschnitten (Abdomen), während hier doch die Anlage des Nervensystems eine übereinstimmende ist; andererseits ist ihr Lagerungsverhältniss zum Bauchmark ein durchaus wechselndes, indem sie es bald ringsherum einschliessen, bald nur tragen, in einzelnen Fällen (*Grylotalpa*) mit dem Nervenstrang aber gleichzeitig den Speisekanal umfassen. Endlich lassen sich aber diejenigen Fälle, wo ausnahmsweise durch einen vollständigen Schluss solcher Chitinbögen eine Ueberwölbung des Bauchmarkes zu Stande kommt (*Astacus*), mit Evidenz auf ganz andere Ursachen als etwa eine Abhängigkeit vom Nervensystem zurückführen, indem sich auch diese Bildung als ein unmittelbares Produkt der Einwirkung des Muskelapparates zu erkennen giebt. Ueberall, wo die Peripherie eines Segmentes allein nicht hinreicht, den oft stark entwickelten Muskeln einen hinreichenden Widerstand entgegenzusetzen oder den ihnen zur Insertion nöthigen Raum zu gewähren, treten dergleichen innere Chitingerüste auf, und zwar nicht nur von der Bauchseite her, wie es bei den eben erwähnten der Fall war, sondern in entsprechender Weise auch von der Rückenwand. Am bekanntesten und entwickeltsten sind dieselben z. B. in den Thoraxringen mancher Insekten-Ordnungen, wie z. B. der Coleopteren, Orthopteren und Hymenopteren, wo sie zuerst von Audouin als Entothorax beschrieben wurden und wo sie u. a. auch von der Rückenschiene theils in der Längsrichtung, der Mittellinie entsprechend in das Lumen herabsteigen, theils sich an den Verlauf der an der Aussenseite sichtbaren Nähte halten. Im letzteren Fall, wo sie häufig nur zu schmaleren oder breiteren Leisten entwickelt sind, stellen sie sich in ihrer Bedeutung als einfache Duplikaturen, als innere Einstülpungen der Chitinhaut am deutlichsten dar.

b) Als Gliedmaassen im weitesten Sinne des Wortes können alle paarweise auftretenden Fortsätze der Arthropoden-Körperhaut betrachtet werden, welche im Gegensatz zu den letzterwähnten sich als Ausstülpungen zu erkennen geben, sich vom Rumpftheile durch eine mehr oder minder ausgeprägte Gelenkverbindung abheben und wenigstens in der Mehrzahl der Fälle auch ihrerseits eine Gliederung eingehen. Je vollkommener die Abschnürung dieser äusseren Anhänge von der Körperhaut des Rumpftheiles durchgeführt ist, um so mehr gewinnen dieselben das Ansehen von selbstständigen Gebilden, ohne indessen dabei jemals ihre Continuität mit dem allgemeinen Integument einzubüssen. Eine Gliederung dieser Organe in mehrere auf einander folgende Abschnitte, wenn sie gleich der Mehrzahl eigen ist und besonders bei allen höher entwickelten Formen zur Geltung kommt, ist übrigens keineswegs in allgemeiner Weise durchgeführt. Abgesehen davon, dass sie häufig bei rudimentärer Ausbildung vieler Gliedmaassen noch nicht zu deutlichem Ausdruck gelangt ist, so mangelt sie z. B. fast durchgehends denjenigen Gebilden,

welche bei der höchst entwickelten Klasse der Arthropoden in Form von Flugorganen auftreten, indem sie sich an diesen nur bei vereinzelt Abtheilungen (z. B. an den Hinterflügeln der Coleopteren) und dann auch nur in sehr unvollkommener Weise wieder geltend macht. Diese Flügel der eigentlichen Insekten können aber, obwohl sie nach Form und Insertion sich sehr auffallend von den übrigen Gliedmaßen der Arthropoden entfernen, nach ihren Beziehungen zum Hautskelet nicht wohl als ausserhalb der Reihe jener Gebilde stehend angesehen werden, würden jedoch, auch wenn man sie nicht mit den eigentlichen Gliedmaßen in dieselbe Kategorie bringen zu können glaubte, in dem Mangel einer Gliederung noch keineswegs allein dastehen, da ein gleicher an den eigentlichen Kaukiefern (Mandibulae) bei den Insekten sehr allgemein zu Tage tritt. Es sind übrigens nach Ausschluss der als dorsale Gliedmaßen bezeichneten Flügel der Hexapoden hier vorläufig nur diejenigen Gebilde in Betracht zu ziehen, welche allen Arthropoden Klassen gemeinschaftlich zukommen und welche, obwohl sie sich gleichfalls wieder in zwei Kategorien zu sondern scheinen, im Allgemeinen als ventrale oder Bauchgliedmaßen zusammengefasst werden können. Dieselben sind hier nach der ihnen innewohnenden Fähigkeit, die mannigfachsten Metamorphosen einzugehen, näher zu betrachten und in ihren gegenseitigen Beziehungen zu erörtern.

Unter den Gliedmaßen im engeren Sinne, welche mit Ausnahme der bereits erwähnten fast durchgehends eine Gliederung in sich selbst erkennen lassen, sondern sich zunächst durch ihre von den übrigen abweichende Lage die als Fühlhörner oder Fühler (Antennae) bezeichnet ab. Indem dieselben oberhalb oder (bei veränderter gegenseitiger Lage der Theile) vor der Mundöffnung ihren Ursprung nehmen, erscheinen sie bei allen höher organisirten Formen, bei denen ein Kopf entweder als gesonderter Theil oder wenigstens noch in deutlicher Abgrenzung auftritt, in mehr oder weniger hervortretender Weise als dorsale Anhänge, ohne indessen einen solchen Gegensatz überall festzubalten. Es können diese Fühler ebensowohl, wie bei den Insekten und Myriopoden zu einem, als wie bei den Crustaceen zu zwei Paaren auftreten; ja es ist selbst, wenn man die Augenstiele der Decapoden als entsprechende Gebilde ansehen will, unter Umständen die Dreizahl realisirt. In der Mehrzahl der Fälle als Tastorgane oder als Träger einzelner Sinneswerkzeuge auftretend, zeigen die Antennen in dieser Funktion eine zwar bis in's Unendliche variirte Form, dabei aber trotzdem ein eigenthümliches, leicht kenntliches Gepräge, welches letzteres indessen vollständig verloren geht, sobald ihnen eine von jener verschiedene Wirksamkeit übertragen wird. In dieser Beziehung stimmen die Fühler auf das Vollkommenste mit den Bauchgliedmaßen im engeren Sinne überein; auch bei ihnen ist der Zweck der Maassstab für die Gestaltung. Indem sie bei den Arachniden als sogenannte Kieferfühler die fehlenden Mandibeln funktionell ersetzen, nehmen sie die Gestalt von Scheeren, Klauen

oder Stilets an und behalten von ihrer ursprünglichen typischen Form weiter nichts, als zuweilen eine rudimentäre Gliederung bei. Unter den Entomostraken häufig als Greif- und Haftorgane, in anderen Fällen selbst als Schwimmarme fungierend, gehen sie auch hier dem jedesmaligen Zweck entsprechend eine beträchtliche Umgestaltung ein, welche sie im ersteren Fall (z. B. bei den parasitischen Copepoden) häufig als ganz conform mit Mundtheilen oder Beinen erscheinen lässt. Kommt zu dieser veränderten Form und Funktion noch, wie es gleichfalls bei vielen Entomostraken der Fall ist, eine merkliche Dislokation, so bieten sie zuletzt nichts, was sie a priori als Antennen erkennen liesse, selbst nicht die sie bei höher organisirten Formen charakterisirende Innervation aus dem Gehirnganglion, welche hier gleichfalls undeutlich wird. Ihre Deutung wird in solchen Fällen allein auf Grund der vergleichenden Morphologie so wie der Beobachtung ihrer Entwicklung ermöglicht werden können; mit Hilfe der letzteren hat man z. B. bei den Cirripedien die Hervorbildung des fleischigen Pedunculus, welcher das ausgebildete Thier mit seinen Schalenbedeckungen trägt, aus den Antennen der Larvenform nachgewiesen.

Den Fühlern gegenüber geben sich die eigentlichen Bauchgliedmaassen als eine besondere Gruppe auf die Ventralseite beschränkter und zwischen Mund- und Afteröffnung gelegener Anhänge zu erkennen. Einer gleichen Wandelbarkeit in der Form wie jene unterworfen, erleiden sie ausserdem noch viel beträchtlichere Schwankungen in ihrer Zahl und Vertheilung auf die verschiedenen Segmente oder Hauptabschnitte des Körpers. Wiewohl auch bei ihnen die Form in erster Linie durch die Art ihrer Thätigkeit bestimmt ist, so übt doch gleichzeitig auch ihre Vertheilung einen nicht zu verkennenden Einfluss auf erstere aus. Bilden sie eine ununterbrochene Reihenfolge (*Myriopoda*, *Arachnoidea*, *Malacostraca*), so sind sie entweder einander mehr oder weniger conform, oder, wenn sie die Gestalt ändern, so geschieht dies in der Regel durch allmähliche Uebergänge: vertheilen sie sich dagegen auf bestimmte, scharf von einander getrennte Körperabschnitte und erleidet dabei ihre Aufeinanderfolge eine namhafte Unterbrechung, so tritt zwischen den so gebildeten Gruppen von Gliedmaassen ein entsprechend hoch potenzirter Form-Unterschied in die Augen (*Hexapoda*). Letzterer beruht zum Theil gleichzeitig auf der Vollkommenheit in der Ausbildung der Organe, welche gleichfalls mit der Sonderung derselben in bestimmte Gruppen vielfach zusammentrifft, sich gleichzeitig aber auch sehr allgemein an eine Beschränkung in der Zahl der Gliedmaassen bindet. Bei so mannigfachem Schwanken in Form, Vertheilung und Zahl ist begreiflich der Nachweis, welche dieser Gliedmaassen sich bei den verschiedenen Klassen, Ordnungen u. s. w. der Arthropoden gegenseitig entsprechen, in vielen Fällen ein ausserordentlich schwieriger. Für die höher organisirten Formen trotzdem auf vergleichend morphologischem Wege zu einer Art Abschluss gebracht und durch Beobachtung der Entwicklungsgeschichte zum Theil bestätigt und sicher

gestellt, ist er dagegen für viele der niederen Formen, besonders im Bereich der Crustaceen noch zu führen; eine vollständige Lösung dieses Problems ist aber mit der Ueberwindung so grosser und zahlreicher Schwierigkeiten verbunden, dass sie vorläufig noch in weiter Aussicht steht.

Betrachten wir die ventralen Gliedmaassen in ihrer natürlichen Aufeinanderfolge von vorn nach hinten, so finden wir, dass die vordersten, der Mundöffnung zunächst gelegenen Paare ganz allgemein als Hilfsorgane für die Nahrungs-Aufnahme fungiren und eine diesem Zweck entsprechende Gestaltung angenommen haben; es werden dieselben daher gemeinlich als Mundtheile (*Partes oris* s. *Instrumenta cibaria*) bezeichnet. Als solche treten sie in zwei oft wesentlich von einander verschiedenen Formen auf, welche ihrerseits wieder durch die Art der Nahrung bestimmt werden. Besteht dieselbe aus flüssigen Substanzen, so findet sich ein aus den verschiedenen Mundtheilen zusammengesetzter Saugapparat (*Instrumenta cibaria sugentia*); bedarf sie dagegen, um aufgenommen zu werden, einer Zerkleinerung, so dienen dazu Kauwerkzeuge (*Instrumenta cibaria mordentia* s. *masticatoria*). Letztere, in allgemeinerer Verbreitung auftretend, lassen nicht nur eine regelmässigeren Aufeinanderfolge, sondern auch die einfachere, ursprünglichere Form der einzelnen Gliedmaassenpaare erkennen, so dass sie bei einer vergleichenden Betrachtung der Bauchgliedmaassen im Allgemeinen sich vorzugsweise der Berücksichtigung empfehlen. Es werden diese Kauwerkzeuge, welche in verschiedener Zahl und in äusserst mannigfacher Gestaltung auftreten, im Allgemeinen als Kiefer bezeichnet, doch verdient diesen Namen vorzugsweise das erste als Oberkiefer (*Mandibulae*) unterschiedene Paar, welches mit Ausnahme der Arachniden, denen es überhaupt fehlt, sich fast durchweg schon durch eine gleichmässig festgehaltene Form und die dieser entsprechende Funktion als wirkliche Kaukiefen dokumentirt. Es treten nämlich diese Mandibeln, welche den folgenden Gliedmaassenpaaren gegenüber sich durch besondere Solidität des Baues auszeichnen, meist in Form zweier meissel- oder hakenförmiger Organe auf, welche sich wie die Arme einer Zange in seitlicher Richtung gegen einander bewegen und ebenso oft in eine scharfe Spitze, als in eine mit Kerbzähnen besetzte, breite Mahlfäche endigen. In ihrer einfachsten Gestalt (*Insecta*) ohne Gliederung und ohne seitlichen Anhang, nehmen sie einen solchen in Form eines gegliederten Tasters (*Palpus*) sehr allgemein bei den Crustaceen an und nähern sich in dieser Zusammensetzung allerdings schon den (meist noch vollständiger gegliederten) Unterkiefen.

Im Gegensatz zu diesen Kaukiefen zeigen die übrigen dem Munde accommodirten Gliedmaassen, welche je nach ihrer Gestaltung als Unterkiefer (*Maxillae*), Unterlippe (*Labium*) und Kieferfüsse (*Pedes maxillares*) bezeichnet werden, nicht nur eine merklich geringere Resistenz in ihrem Bau, welche sie vorwiegend als Hilfsorgane bei der Aufnahme der Nahrung dokumentirt, sondern auch eine sehr viel grössere Wandelbarkeit in Form und Zahl. Die Schwankungen, welche letztere erleidet,

resultiren aus dem Umstande, dass sie mit der folgenden Kategorie von Gliedmaassen, den Beinen, mit welchen sie durch die allmähligsten Uebergangsformen verbunden werden, in Wechselbeziehung stehen. Ein formeller Unterschied zwischen Unterkiefern und Beinen kommt nämlich nur da zu voller Geltung, wo sich ein Kopftheil von dem übrigen Körper absetzt, also z. B. bei den Insekten, Amphipoden und Isopoden; wird dagegen sofort suspendirt, wenn durch Verschmelzung des Kopf- und Brusttheiles die Gliedmaassen in continuirlicher Reihenfolge auftreten. Es zeigt sich dies in gleich deutlicher Weise, wenn auch in entgegengesetzter Richtung bei den Arachniden und bei den Decapoden, indem bei ersteren die Unterkiefer zu Beinen, bei letzteren die Beine zu Kieferfüssen umgestaltet werden. Während bei den Arachniden durch eine derartige Metamorphose die gewöhnliche Zahl von zwei Unterkieferpaaren (*Hexapoda*) auf eins reducirt wird, findet bei den Decapoden das Umgekehrte in der Weise statt, dass sich den zwei bereits vorhandenen Unterkieferpaaren noch die drei folgenden, sonst in Form von Beinen auftretenden Gliedmaassenpaare in Gestalt und Funktion näher anschliessen, so dass hier fünf Paare accessorischer Mundorgane auftreten. Bei den Amphipoden und Isopoden ist dieses Verhältniss dahin modificirt, dass hier nicht drei, sondern nur ein, nämlich das vorderste dieser Beinpaare sich zum Mundorgan umgestaltet und als solches einen ganz ähnlichen Abschluss der Mundtheile nach hinten bewirkt, wie dies bei den Hexapoden durch das zweite Unterkieferpaar (Unterlippe) vermittelt wird. Vergleicht man übrigens die Unterkiefer mit den Beinen bei solchen Arthropoden, wo sie auf besondere Körperabschnitte vertheilt sind (*Hexapoda*), so stellt sich zwischen beiden eine so bedeutende Differenz in der Form heraus, dass sich die betreffenden Theile kaum mit einiger Sicherheit nachweisen lassen; es zeichnen sich in diesem Fall nämlich die Unterkiefer durch eine vorwiegende Entwicklung ihres Grundtheiles, an dessen Innenseite sich behufs Mitwirkung beim Kaugeschäft sogenannte Kauladen (*Laminae maxillares*) hervorbilden, aus, während der an der Aussenseite entspringende gegliederte Anhang (*Palpus*) verhältnissmässig zurücktritt. Dagegen werden die nahen Beziehungen beider Kategorien von Gliedmaassen sofort klar, wenn sie, wie bei den Arachniden, in ununterbrochener Reihenfolge verblieben sind. Es zeigt sich nämlich hier sehr deutlich, dass der Grundtheil (*Stamm, Stipes*) des Unterkiefers dem Hüftstücke (*Coxa*) des Beines entspricht, während sich aus dem Taster (*Palpus*) durch successive Vergrösserung und Umgestaltung seiner Einzelglieder das eigentliche Bein hervorbildet. Schon der Vergleich zwischen dem Palpenkiefer und dem ersten der vier Beinpaare einer Webespinne (*Epeira*) lässt einen solchen Sachverhalt deutlich erkennen; zu voller Gewissheit wird er aber erst bei *Scorpio*, wo eine und dieselbe Gliedmaasse, nämlich das erste der vier Beinpaare mit seinem Basalstücke noch zu kauen, mit seinem Endtheile aber gleichzeitig zu schreiten befähigt ist. Auch die sogenannten Kieferfüsse (*Pedes maxillares*) des Flusskrebsses lassen eine ähn-

liche Mittelform zwischen Unterkiefern und Beinen erkennen und zwar in der Weise, dass das erste Paar derselben noch vorwiegend den Maxillen, das letzte dagegen bereits fast ganz einem Schreitbeine gleicht. — Auf der anderen Seite kann aber auch ein vollständig formeller Gegensatz zwischen Unterkiefern und Beinen bewirkt werden, wenn nämlich die dem Munde beigefügten Gliedmaassenpaare eine Umgestaltung zu einem Saugapparat eingehen. Mit Herstellung eines solchen ist nämlich nicht nur eine wesentliche Deformirung mehrerer oder aller Kieferpaare verbunden, sondern es wird dabei auch die Unabhängigkeit der einzelnen Gliedmaassen von einander sehr allgemein aufgehoben; besonders ist es die Unterlippe (Maxillen des zweiten Paares), welche entweder für sich allein oder in Verbindung mit der Oberlippe die Form eines cylindrischen Rohres annehmen kann und dann die zu Borsten oder Stilets metamorphosirten Ober- und Unterkiefer einschliesst. Während dabei die Form-Uebereinstimmung der beiden Unterkieferpaare vollständig verloren geht, wird dagegen häufig eine Annäherung zwischen den Mandibeln und den eigentlichen Maxillen hergestellt.

An den Beinen, wo sie die Funktion von Lokomotionsorganen übernommen haben, tritt besonders bei vollkommenerer Ausbildung eine grössere oder geringere Anzahl gelenkig mit einander verbundener Glieder auf, welche wenigstens in der Klasse der Insekten mit besonderen Namen belegt worden sind, indem sie in der Richtung von der Basis gegen die Spitze hin als Hüfte (Coxa), Schenkelring (Trochanter), Schenkel (Femur), Schiene (Tibia) und Fuss (Tarsus) bezeichnet werden. Trotz der unendlichen Formmodifikationen, welchen alle diese Theile in der genannten Arthropoden-Klasse unterworfen sind, bewahren sie dennoch fast durchweg ein so eigenthümliches Gepräge, so bestimmte Kriterien, dass sie ohne Mühe stets als solche zu erkennen und zu deuten sind. Ein Versuch, auch bei den übrigen Klassen die einzelnen Glieder der Beine auf diejenigen der Insekten zurückzuführen, hat sich dagegen als ein in vielen Fällen schwieriger, in anderen selbst unmöglicher herausgestellt. Schwierig wird er schon durch den Umstand, dass eine gleich scharfe Individualisirung der einzelnen Abschnitte des Beines, wie sie bei den Insekten die Regel ist, selbst bei den am höchsten organisirten Formen der übrigen Klassen schon sehr herabgestimmt erscheint, um unter allmählicher Degradation schliesslich ganz verloren zu gehen. Es betrifft dies ganz besonders die Gliederungen von der Schiene an abwärts, während Coxa, Trochanter und Femur sich wenigstens bei der Mehrzahl der Formen noch wiedererkennen lassen. So ist z. B. nur bei den höheren Arachniden (*Arthrogastra* und *Araneina*) die Schiene, welche hier aus zwei sich freilich eng aneinander schliessenden Gliedern besteht, noch ziemlich scharf vom Tarsus abgegrenzt, während es bei den Acarinen nicht mehr möglich ist, die Grenze beider festzustellen: ein Verhältniss, welches unter den Crustaceen und Myriopoden sich fast als allgemein herausstellt und auch an den Beinen vieler Insektenlarven

wiederkehrt. Noch sehr viel grösser werden aber die Schwierigkeiten für die Deutung der einzelnen Glieder bei solchen Formen, wo die Beine im Ganzen mit veränderter Funktion eine wesentlich modificirte Gestaltung, also, wie z. B. bei den Entomostraken als Ruder- oder Schwimmbeine die Form von dünnen, häutigen Platten oder Blättern annehmen, besonders aber, wenn sie sich, wie dies in diesem Falle häufig zu geschehen pflegt, in der mannigfachsten Weise zerschlitzen und spalten. Ueberhaupt ist es eine bei den Entomostraken sehr häufige und bei den Crustaceen im Allgemeinen weit verbreitete Erscheinung, dass die Beine besonders im Bereich ihrer Endglieder sich dichotomisch theilen, so dass man bei der Aehnlichkeit, welche beide Aeste unter einander erkennen lassen, eine Verdoppelung der Endglieder anzunehmen gezwungen ist. Allerdings ist bei anderen Formen die Uebereinstimmung beider Spaltäste dadurch aufgehoben, dass jedem derselben eine besondere Funktion übertragen ist, indem z. B. der eine als Kieme, der andere noch als Fuss fungirt; indessen auch diese Bildung zeigt sich nur wieder als morphologische Uebergangsstufe zu der Umwandlung beider Theile in Respirationsapparate, so dass die Annahme einer Duplicität dadurch nur unterstützt wird. — Die Zahl der Beine unterliegt bei den Arthropoden noch grösseren Schwankungen als diejenige der Körpersegmente, indem sie bei ganzen Klassen nur auf bestimmte Körpertheile beschränkt und dann auf drei Paare reducirt sein können, während sie bei anderen mit derjenigen der Segmente gleichen Schritt halten und mit diesen sich bis auf mehr denn hundert vermehren (*Myriopoda*). In letzterem Fall, den Segmenten entsprechend, unter einander von übereinstimmender Form, verändern sie diese mit ihrer Vertheilung auf different gestaltete Körperabschnitte (*Decapoda*, *Amphipoda*) meist sehr auffallend.

Um die Schwankungen, welche die verschiedenen Gliedmaassen der Arthropoden einerseits in ihrer Zahl, andererseits in ihrer Form und Funktion an gleichwerthigen oder der Reihenfolge nach entsprechenden Körpersegmenten eingehen können, nachzuweisen, ist die nachfolgende Tabelle zusammengestellt, welche die betreffenden Organe an 18 verschiedenen Typen der vier Klassen in ihrer natürlichen Reihenfolge von vorn nach hinten verzeichnet enthält. Die sich entsprechenden Gliedmaassen sind in derselben Columne verzeichnet; ihr Mangel wird durch — angedeutet. Bei den fünf letzten Formen (*Limulus* bis *Lepas*) ist die Gleichwerthigkeit ihrer Gliedmaassen mit den in gleichen Rubriken stehenden der vorhergehenden nicht verbürgt, aber nach der Analogie wahrscheinlich.

Caput. Thorax. Abdomen.

	Antenna		Mandibula	Maxilla		Pes														
	1.	2.		1.	2.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.			
<i>Locusta</i>	—	Antenna	Mandibula	Maxilla	Labium	Pes thora- cicus 1.	Pes thora- cicus 2.	Pes thora- cicus 3.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Sphing.</i>	—	Antenna	Mandibula (reducib.)	Lingua spiralis.	Labium	Pes thora- cicus 1.	Pes thora- cicus 2.	Pes thora- cicus 3.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Aepa</i>	—	Antenna	Seta.	Seta.	Rostrum.	Pes thora- cicus 1.	Pes thora- cicus 2.	Pes thora- cicus 3.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Larva Ceraf.</i>	—	Antenna	Mandibula	Maxilla	Labium	Pes thora- cicus 1.	Pes thora- cicus 2.	Pes thora- cicus 3.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Fucosa Geometrae.</i>	—	Antenna	Mandibula	Maxilla	Labium	Pes thora- cicus 1.	Pes thora- cicus 2.	Pes thora- cicus 3.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Eruca Sphingidit.</i>	—	Antenna	Mandibula	Maxilla	Labium	Pes thora- cicus 1.	Pes thora- cicus 2.	Pes thora- cicus 3.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Scorpio.</i>	—	—	Kiefer- fühler.	Soggen- knie.	Pes 1.	Pes 2.	Pes 3.	Pes 4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Ephyra.</i>	—	—	Kiefer- fühler.	Palpen- Kiefer.	Pes 1.	Pes 2.	Pes 3.	Pes 4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Isodora.</i>	—	—	—	Labium.	Pes 1.	Pes 2.	Pes 3.	Pes 4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Scolio- pneura.</i>	—	Antenna	Mandibula	Labium	Labium	Labium	GHRKlaue.	Pes 1.	Pes 2.	Pes 3.	Pes 4.	Pes 5.	Pes 6.	Pes 7.	Pes 8.	etc.	—	—	—	
<i>Julus.</i>	—	Antenna	Mandibula	Labium	Labium	Labium	Labium	Pes 1.	Pes 2.	Pes 3.	Pes 4.	Pes 5.	Pes 6.	Pes 7.	Pes 8.	etc.	—	—	—	
<i>Astacus.</i>	Antenna	Antenna	Mandibula	Maxilla	Maxilla	Pes maxil- laris 1.	Pes maxil- laris 2.	Pes maxil- laris 3.	lothor. 1.	Pes cepha- lothor. 2.	Pes cepha- lothor. 3.	Pes cepha- lothor. 4.	Pes cepha- lothor. 5.	Pes cepha- lothor. 6.	Pes cepha- lothor. 7.	Pes cepha- lothor. 8.	Pes cepha- lothor. 9.	Pes cepha- lothor. 10.	Pes cepha- lothor. 11.	Pes cepha- lothor. 12.
<i>Gammarus.</i>	Antenna	Antenna	Mandibula	Maxilla	Maxilla	Labium.	Pes cepha- lothor. 1.	Pes cepha- lothor. 2.	Pes cepha- lothor. 3.	Pes cepha- lothor. 4.	Pes cepha- lothor. 5.	Pes cepha- lothor. 6.	Pes cepha- lothor. 7.	Pes cepha- lothor. 8.	Pes cepha- lothor. 9.	Pes cepha- lothor. 10.	Pes cepha- lothor. 11.	Pes cepha- lothor. 12.	Pes cepha- lothor. 13.	
<i>Zimulus.</i>	—	Scheer- rentz 1.	Scheer- fuss 2.	Scheer- fuss 3.	Scheer- fuss 4.	Scheer- fuss 5.	Scheer- fuss 6.	Schlimms- schwanz.	lothor. 1.	Pes nata- tor. 2.	Pes nata- tor. 3.	Pes nata- tor. 4.	Pes nata- tor. 5.	Pes nata- tor. 6.	Pes nata- tor. 7.	Pes nata- tor. 8.	Pes nata- tor. 9.	Pes nata- tor. 10.	Pes nata- tor. 11.	Pes nata- tor. 12.
<i>Cyclops.</i>	Antenna	Antenna	Mandibula	Maxilla	Pes maxil- laris 1.	Pes maxil- laris 2.	Pes nata- tor. 1.	Pes nata- tor. 2.	Pes nata- tor. 3.	Pes nata- tor. 4.	Pes nata- tor. 5.	Pes nata- tor. 6.	Pes nata- tor. 7.	Pes nata- tor. 8.	Pes nata- tor. 9.	Pes nata- tor. 10.	Pes nata- tor. 11.	Pes nata- tor. 12.	Pes nata- tor. 13.	
<i>Daphnia.</i>	Antenna	Antenna	Mandibula	Maxilla	Maxilla	— (?)	Pes nata- tor. 1.	Pes nata- tor. 2.	Pes nata- tor. 3.	Pes nata- tor. 4.	Pes nata- tor. 5.	Pes nata- tor. 6.	Pes nata- tor. 7.	Pes nata- tor. 8.	Pes nata- tor. 9.	Pes nata- tor. 10.	Pes nata- tor. 11.	Pes nata- tor. 12.	Pes nata- tor. 13.	
<i>Cypris.</i>	Antenna	Antenna	Mandibula	Pes 1.	Pes 2.	Pes 3.	Pes 4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Lepta.</i>	Antenna	—	Mandibula	Maxilla	Maxilla	Pes 1.	Pes 2.	Pes 3.	Pes 4.	Pes 5.	Pes 6.	Pes 7.	Pes 8.	Pes 9.	Pes 10.	Pes 11.	Pes 12.	—	—	

Nachschleber.
Nachschleber.
Nachschleber.

c) **Histologische Zusammensetzung.** Der Umstand, dass die Oberfläche der Körperhaut bei vielen Arthropoden eine zellen- oder maschenförmige Gitterung, auch eine oft lebhaft an Pflasterepithel erinnernde polygonale Felderung erkennen lässt, hat Fr. Meckel, v. Siebold u. A. dazu veranlasst, der oberen durch Chitin erhärteten Lage derselben einen zelligen Bau zuzuschreiben und sie daher gleich der Epidermis der Wirbelthiere dem Epithelial- oder Horngewebe zuzuweisen. Erst die zahlreichen und sorgsamten Untersuchungen von Leydig haben festgestellt, dass sich eine derartige Textur niemals, weder durch mechanische noch chemische Mittel auf die Anwesenheit wirklicher Zellen zurückführen lasse, sondern dass die äussere Hautlage aller Arthropoden stets aus einer homogenen, regelmässig über einander geschichteten Masse bestehe, an welcher sich die bezeichnete Felderung allein auf die freiliegende Oberfläche beschränke. Nachdem zuerst Valentin (1836) an der Krebschale gezeigt hatte, dass diese erhärtete Hautschicht ihrer ganzen Dicke nach von zahlreichen, in senkrechter Richtung gegen ihre Flächenausbreitung verlaufenden feinen Röhren, den sogenannten Porenkanälen durchsetzt werde, wurde auf ihre Entstehung von C. Schmidt (1845) dadurch hingewiesen, dass er sie als Ausscheidung einer unter ihr liegenden, als Matrix bezeichneten zelligen Schicht darstellte, welche letztere zu der Chitinhaut etwa in demselben Verhältniss stehe, wie die Dura mater zu den Schädelknochen. Zu einer gleichen Auffassung scheint auf selbstständigem Wege später Leydig gekommen zu sein, indem er zuerst (1849—50) die strukturlose Oberhaut von *Clepsine* und *Argulus* als ein „einfaches Ausscheidungsprodukt der darunter gelegenen Zellschicht“ in Anspruch nahm, um bald darauf durch fortgesetzte Untersuchungen an zahlreichen anderen Formen die allgemeine Bedeutung dieser Zellschicht für die Chitingebilde der Arthropoden nachzuweisen. Seiner Deutung der Chitinlage selbst als „chitinisirtes Bindegewebe“ traten später gleichzeitig Kölliker und Haeckel (1857) entgegen, während sie durch ihre Untersuchungen über die als Matrix fungirende Zellschicht (von Haeckel als Chitinogen-Membran bezeichnet) die Leydig'sche Ansicht nur bestätigten.

Eine chitinhaltige Hautschicht nebst der sie erzeugenden Matrix ist nicht nur über die ganze äussere Körperoberfläche der Arthropoden ausgedehnt, sondern sie setzt sich in ununterbrochener Continuität auch auf alle inneren Einstülpungen der Körperhaut, einerseits in Form innerer Skelettheile, andererseits als sogenannte Cuticula oder Intima in das Lumen des Darmkanals, die Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane, in das Innere der Tracheen u. s. w. fort. Wie sie auf der Aussenfläche des Körpers bald als zarte, durchsichtige Membran, bald in Form sehr resistenter, fester Panzerstücke auftreten kann, so kann sie auch auf der Innenseite der genannten Eingeweide in sehr verschiedener Mächtigkeit zur Ausbildung gelangen. Was zunächst die diese äussere Chitinlage umhüllende Matrix, die Chitinogenmembran betrifft, so liegt dieselbe

nach den von Haeckel bestätigten Untersuchungen Leydig's stets einer stärkeren oder schwächeren Bindegewebsschicht auf, welche ihrerseits wieder mit den zunächst angrenzenden inneren Organen, wie mit dem Fettkörper, den von der Innenfläche des Hautskeletes entspringenden Sehnen u. s. w. in unmittelbarem Zusammenhange steht. Diese Bindegewebsschicht enthält neben Nerven- und Gefässendigungen sehr allgemein diejenigen Pigmente, welchen die Haut wenigstens zum Theil ihre Färbung verdankt und zwar sind dieselben ebenso oft in besonderen Zellen eingeschlossen, als sie in Form von Körnern oder Krystallen frei in das Gewebe selbst eingebettet erscheinen. Ausser diesen Pigmenten finden sich darin nach Leydig bei einigen Crustaceen (*Porcellio*, *Gammarus*) eigenthümliche rundliche oder birnförmige, das Licht stark brechende Körper von unbekannter Natur (Kalkconcremente?). Die auf die Bindegewebsschicht nach aussen folgende Matrix selbst besteht in eben so vielen Fällen aus deutlich gesonderten und mit einem Kern versehenen Zellen von epithelialer Anordnung als aus einer weichen, feinkörnigen Substanz, in welcher sich ausschliesslich Zellkerne unterscheiden lassen. Vermuthlich sind auch bei letzterer Bildung ursprünglich wirkliche Zellen vorhanden gewesen, aber bereits vor Erhärtung der Zellenmembran mit einander verschmolzen oder sie sind in der That auch noch vorhanden und nur wegen der Zartheit ihrer Membran und des dichtkörnigen, trüben Inhaltes kaum mehr als solche zu unterscheiden. Beim Flusskrebs sind diese in der äusseren Bedeckung gleichfalls schwer zu erkennenden Zellen nach Haeckel durchschnittlich $0,015 - 0,025$ mm gross, von kugelig oder wenigstens stark biconvexer Gestalt und daher sowohl in die Chitinlage als in die Bindegewebsschicht halbkugelig hineinragend. Ihr Kern ist stets sehr deutlich umschrieben, übrigens von unregelmässiger Form, meist $0,012 - 0,020$ mm gross und oft mit einem Kernkörperchen von $0,002$ mm Durchmesser versehen. Sehr viel deutlicher markiren sich diese Zellen der Matrix an manchen Stellen der inneren Darmwand, wo sie bereits von H. Meckel als Sekretionszellen bezeichnet wurden und wo sie sich der zarten Cuticula selbst als Abdruck mittheilen. Dass nun diese Zellenschicht in der That der eigentliche Entstehungsheerd der äusseren erhärteten Chitinhaut der Arthropoden ist, hat C. Schmidt auf experimentellem Wege nachgewiesen. Durch Abtragung der äusseren Hautschicht blossgelegt, geht sie sofort einen Neubildungsprozess ein; bereits nach wenigen Stunden findet sich durch dieselbe eine dicke, zähe, klare Masse abgesondert, deren Moleküle sich mit einer Membran umgeben und sich so zu einer Art primärer Zellen umgestalten. Während sich diese Zellen in der ersten Zeit noch bei Behandlung mit Kali unter starkem Aufquellen lösten, fand eine solche Auflösung bereits nach 24—36 Stunden nicht mehr statt, so dass sie um diese Zeit, wo sie bereits lang, spindelförmig sind, also schon aus Chitin zu bestehen scheinen. Je nachdem nun diese Zellenschicht der Matrix einen beschränkteren oder reichlicheren Sekretionsprozess eingeht, gelangt die Cuticularschicht zu

einer verschiedenen Mächtigkeit und Resistenz. Die ersten Anfänge einer solchen Chitin-Absonderung zeigen sich in der Art, dass sich von der freien Fläche der Sekretionszellen ein heller Saum abhebt, welcher dem Durchschnitt einer einfachen, äusserst zarten Membran (Cuticula) entspricht, sich bei fortschreitender Sekretion aber immer mehr von der Oberfläche der Zellenlage entfernt und durch Apposition von innen her allmählig eine beträchtlichere Stärke erreicht. Auf diesem Ausscheiden immer neuer Chitinlagen beruht die oft faserige oder streifige Structur, welche der Durchschnitt der mehr erhärteten Theile des Hautskeletes der Arthropoden erkennen lässt. Uebrigens hängt diese oft bis zu einem hohen Grade von Starrheit und Sprödigkeit gesteigerte Resistenz der Chitinhaut nicht überall ausschliesslich von dem gleichsam erhärteten Sekrete der Chitinogenzellen ab, sondern sie wird öfters gleichzeitig durch Beimischung von kohl- und phosphorsaurem Kalk bewirkt. Eine solche ganz besonders im Hautpanzer vieler Crustaceen und mancher Myriopoden (*Julus*, *Polydesmus*) vorkommende Ablagerung von Kalksalzen erfolgt in die homogene Chitinsubstanz selbst, so wie letztere auch nicht selten (neben der eben erwähnten Bindegewebeschicht) theils körnige, theils flüssige Farbstoffe suspendirt enthält.

Überall nun, wo diese Chitinschicht eine gewisse Mächtigkeit erreicht, wird sie von den bereits genannten Porenkanälen durchsetzt, welche dagegen den weichen, nachgiebigen Hautpartien entweder ganz fehlen oder sich in denselben nur auf der unmittelbaren Grenze zu solideren Theilen vorfinden. Nach ihrer ersten Entdeckung in der Haut des Flusskrebeses durch Valentin sind sie besonders durch die ausgedehnten Untersuchungen Leydig's (1855) in ihrer allgemeinen Verbreitung unter den Arthropoden hingestellt, später übrigens auch von Kölliker (1858) ausser in dem Körper-Integument an den verdickten Stellen der Darm-Cuticula nachgewiesen worden. Von der Fläche besehen, erscheinen sie als ungemein zahlreiche, mehr oder weniger gedrängt stehende, äusserst feine Oeffnungen von 0,0005—0,0008 Lin. Durchmesser, welche der Haut ein siebartiges Ansehen verleihen, während sie sich auf einem Querschnitt dieser als senkrechte, von der Matrix bis zur Oberfläche der Cuticula reichende und hier frei ausmündende Canälchen erkennen lassen, deren Inhalt in der Regel ein Ernährungsfluidum, in anderen Fällen atmosphärische Luft, niemals aber, wie Valentin vermuthete, Kalksalze sind. Bei ihrer ungemeinen Feinheit machen sie unter dem Mikroskop den Eindruck von sehr zarten schwarzen Linien. Neben diesen eigentlichen Porenkanälen finden sich, die Chitinschicht in gleicher Richtung durchsetzend, aber sehr viel sparsamer in derselben vertheilt, weitere Canäle vor, welche einen zarten zapfenförmigen Fortsatz der Matrix in ihr Inneres aufweisen und deren oberer Mündung wenigstens der Regel nach äussere Anhangsgebilde der Haut, wie Haare, Schuppen u. dgl. entsprechen. In ihrem Verlauf sowohl als ihrer Form sind sie weniger regelmässig als die eigentlichen Porenkanäle, indem sie sich in verschiedener Weise krümmen,

dagegen auch gerade aufsteigen können, sich eben so oft verästeln oder an ihrer äusseren Mündung ampullenförmig erweitern als ungetheilt und von gleichem Lumen bleiben. In allen Fällen, wo die ihrer Mündung aufsitzenden Haare, Borsten u. s. w. innen ausgehöhlt sind, um den Ausführungsgang einer Hautdrüse aufzunehmen, verläuft letzterer innerhalb des Lumens dieser grösseren Canäle.

d) Die äusseren Anhangsgebilde der Chitinhaut, welche je nach ihrer Grösse, Resistenz und Form als Stacheln, Dornen, Borsten, Haare, Schuppen u. s. w. unterschieden werden, bieten unter den Arthropoden eine grosse Mannigfaltigkeit in ihrer Gestalt und Vertheilung, dagegen eine vollständige Uebereinstimmung in ihren Beziehungen zum Integumente selbst dar. Ist ihre Continuität mit letzterem in vielen Fällen gleich eine sehr lose und in manchen wenigstens scheinbar sogar aufgehoben, so weist doch ebensowohl ihre chemische Beschaffenheit als ihre gleiche Entstehungsweise überall auf integrirende Theile der Chitinhaut selbst hin. Sind diese Gebilde, wie die vielfach verbreiteten Stacheln und Dornen, welche sich mit breiter Basis von der Hautoberfläche abheben, von ansehnlicher Grösse und Massenhaftigkeit, so wird ihre Natur als unmittelbarer Ausstülpungen und Fortsetzungen des Körper-Integuments in keiner Weise zweifelhaft sein können. Dagegen ist ein gleiches Verhältniss bei den oft beweglich eingesenkten feinen Haaren oder den mittels eines feinen Stiftchens lose eingefügten Schuppen wenigstens nicht auf den ersten Blick ersichtlich. Es entspricht nämlich der Insertion derartiger Anhänge sehr allgemein ein grubige Vertiefung oder Aushöhlung der Chitinhaut, aus welcher sie oft mit leichter Mühe entfernt werden können, so dass sie wenigstens hiernach zunächst den Eindruck selbständiger oder bis zu einem gewissen Grade unabhängiger Bildungen hervorrufen. In der That hat es auch nicht an Beobachtern gefehlt, welche, wie Hollard und Menzel, diese Theile selbst mit den Haaren der Wirbelthiere, die ihnen entsprechenden Vertiefungen der Oberhaut aber mit den Haarbälgen jener in Vergleich gestellt haben. Dass ein solcher Vergleich indessen durchaus unstatthaft sei, geht aus der Beobachtung über die Entstehung der genannten Hautanhänge bei den Arthropoden deutlich hervor. Nach Leydig's, Semper's u. A. Untersuchungen verdanken nämlich die Haare und Schuppen in ganz übereinstimmender Weise wie die Chitinhaut selbst ihren Ursprung der als Matrix fungirenden Epithelialschicht, nur dass sie — zugleich im Gegensatz zu den grösseren Dornen, Borsten u. s. w., welche einen aus mehreren Chitinogenzellen bestehenden, papillenförmigen Fortsatz in ihr Lumen aufnehmen — aus Einzelzellen hervorgebildet werden, welche von dem gewöhnlichen Epithel oft durch Lage, Grösse und Form merklich abweichen. Indem diese Zellen meistens unter der regulären Zellenlage liegen, müssen sie diese behufs ihrer Entwicklung nach der Oberfläche zu mittels eines zarten Ausläufers durchbrechen, um sie sodann in Form eines gestielten Bläschens zu überragen. Aus diesem Bläschen entwickelt

sich dann das Haar oder die Schuppe selbst, während die von dem Ausläufer der Entstehungszelle durchsetzte Stelle der Cuticula als zarter Hohlraum zurückbleibt, in welchem jenes Anhangsgebilde unter scheinbar aufgehobener Continuität mit seiner Basis einsitzt.

Ihre Vertheilung und Zahl betreffend, so treten diese Haare und Schuppen ebenso oft sehr vereinzelt oder auf bestimmte Stellen der Hautoberfläche beschränkt auf, als sie letztere gleichmässig überziehen und so dicht angehäuft sind, dass sie sich sogar gegenseitig dachziegelartig decken (Schmetterlingsschuppen) oder einen dichten, oft geschoren aussehenden Haarpelz zu Tage treten lassen. Ebenso mannigfaltig ist ihre Form, welche, wenn man die extremsten Bildungen mit einander in Vergleich bringt, kaum auf einander zurückgeführt werden zu können scheint. Die Haare geben sich bald als einfache, bald als gefiederte, in manchen Fällen auch als mit Widerhaken besetzte kund; die Schuppen, in ihrem Fahnentheile alle Uebergänge von der linearen bis zur Kreis- oder selbst Querform durchlaufend, sind ebenso oft ganzrandig, am Ende abgestutzt oder abgerundet, als in Lappen zertheilt oder selbst tief zipfelartig zerschlitzt. Ihre Eigenthümlichkeit besteht einerseits in der Abzweigung eines stiftförmigen Wurzelendes, anderseits in einer Längsstreifung oder Riefung des blattförmigen Vordertheiles, an welchem dieselbe nur selten durch eine — übrigens ebenfalls häufig reihenweise angeordnete — Granulation ersetzt wird. Bei formellem Uebergang der Schuppen in Haare, wie er nicht selten nachweisbar ist, schwinden auch die Eigenthümlichkeiten in der Struktur der ersteren immer mehr.

c) Chemische Zusammensetzung. Der eigenthümliche, in der Hautbedeckung der Arthropoden befindliche organische Stoff wurde zuerst von Odier (1821) dargestellt und von ihm (nach *χίτων*, Kleid, Schale) Chitin oder Chitine benannt. Odier gewann denselben aus den Flügeldecken und der Körperhaut des Maikäfers durch Behandlung mit Wasser, Alkohol und Kali-Lösung als feste, farblose, durchscheinende Substanz, welche in letzterer unlöslich, dagegen löslich in erhitzter Salz- oder Schwefelsäure sei und ohne zu schmelzen, sondern unter Beibehaltung ihrer Form und Struktur, verkohle. Da Odier keinen Stickstoff darin fand, so hielt er das Chitin für einen der Cellulose verwandten Körper. Lassaigne, welcher später denselben Stoff erst Entomeilin, dann Entomaderm nannte, wies zuerst den Stickstoff darin nach, welcher bald darauf von Payen zu 8,93 (Krebsschale) und 9,05 (Seidenraupe), von Children und Daniell sogar zu 10,29 bestimmt wurde, während Frémy (1855) die Anwesenheit des N wenigstens für die Crustaceenschale wieder läugnete und das Chitin nach der von ihm gefundenen Zusammensetzung: C 43,3. H 6,6. O 50,1. abermals als der Cellulose isomer ansah.*) Erst durch die von C. Schmidt an zahlreichen Arthropoden-Formen der verschiedenen Classen angestellten Untersuchungen, welche

*) Die von Children und Daniell (in *Todd's Cyclopaedia of anatomy* V. 2 p. 882) gegebene Elementar-Analyse ergab: C 46,08. H 5,96. N 10,29. O 37,67.

später durch Lehmann und Schlossberger in allen Punkten bestätigt wurden, ist das als eine CHNO-Combination nachgewiesene Chitin in seinen Eigenschaften sowohl wie in seiner Zusammensetzung vollständig bekannt geworden.

Dem Chitin ist in der Haut der Arthropoden theils (Insecten, Arachniden) ein harziger Farbstoff, theils (Decapoden u. A.) phosphor- und kohlenaurer Kalk beigemengt; um jenes rein darzustellen, müssen die Krebschalen zur Entfernung der Kalksalze mit verdünnter Säure ausgezogen und darauf mit heisser Kalilösung macerirt werden, während der Farbstoff aus der nicht verkalkten Chitinhaut durch Behandlung mit Wasser, Alkohol, Aether und Kalisolution schwindet. Es bleibt sodann das farblose, durchscheinende Chitinskelet zurück, an welchem die Schichtung aus Quer- und Längslagen deutlich hervortritt und eine regelmässige, zierliche Gitterung erkennen lässt. Mit Wasser bis auf 280°, mit mässig concentrirter Kalilösung bis auf 210° erhitzt, wird das Chitin weder aufgelöst noch in seiner Struktur verändert; auch bei trockener Destillation, bei welcher essigsäures Ammoniak, Essigsäure und eine geringe Quantität brenzlichen Oeles frei werden, wird die ursprüngliche Form in keiner Weise beeinträchtigt, vielmehr lässt die rückständige Kohle noch die feinsten Theile, wie Haare u. dgl. unversehrt erkennen. In concentrirter Salzsäure ohne Farbenveränderung löslich, quillt das Chitin, mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, auf und zerfliesst; letztere Lösung färbt sich allmählig durch einen feinen Niederschlag schwärzlich und ist von stechendem Geruch, welcher von der Essigsäure und dem Ammoniak herrührt. Nach diesen Eigenschaften mit dem Horngewebe zwar verwandt, aber schon durch das Brennen ohne zu schmelzen verschieden, differirt das Chitin überdies wesentlich in seiner elementaren Zusammensetzung, welche bei verschiedenen Formen der Insecten und Crustaceen nur innerhalb äusserst enger Gränzen schwankt. Es enthält nämlich:

a) nach C. Schmidt

	<i>Melolontha vulgaris</i>	<i>Ateuchus sacer</i>
	in	in
den Flügeldecken:	dem ganzen Hautskelet:	ganzen Hautskelet:
C 46,49	46,7 — 46,8	
H 6,69	6,5 — 6,6	
N 6,33	6,3 — 6,4	6,57
<i>Astacus fluviatilis</i>	<i>Homarus vulgaris</i>	<i>Squilla mantis</i>
	im Panzer:	
C 46,74	46,48	46,54
H 6,64	6,43	6,77
N 6,59	6,54	6,79

b) nach Lehmann:

C 46,734. H 6,594. N 6,493. O 40,179.

c) nach Schlossberger:

Der Panzer von *Palinurus* N 6,4.

Als mittleres Ergebniss dieser sieben verschiedenen Analysen würde sich hiermit für das ächte Arthropoden-Chitin herausstellen:

C	46,669
H	6,599
N	6,49
O	40,242
100,000	

Der oben erwähnte, die Chitinschichten der Insectenhaut verkittende Farbstoff ist nach C. Schmidt aus der Kalilösung durch Säuren fällbar, im Wasser, Alkohol und Aether unlöslich, amorph und anscheinend harzähnlich. Das Massenverhältniss des Chitin's und der Kalksalze in dem Panzer der Decapoden stellt sich folgendermaassen:

	<i>Astacus fluviatilis</i>	<i>Homarus vulgaris</i>	<i>Squilla mantis</i>
Chitin:	46,73	62,84	22,94
Kalksalze:	53,27	37,17	77,06

Hundert Theile Kalksalze enthalten aber:

Phosphorsauren Kalk	13,17	47,52	12,06
Kohlensauren Kalk	86,83	52,48	87,94.

Nach dem Mittel der Elementar-Analyse würde sich für das Chitin die Formel $C_{17} H_{14} NO_{11}$ ergeben, welche von der Formel für die Muskel-Analyse (gleichfalls bei den Arthropoden) $C_8 H_8 NO_3$ um $C_9 H_6 O_8$ differirt, so dass das Chitin einem Proteinkörper ($C_8 H_8 NO_3$) plus einem Kohlenhydrat ($C_9 H_6 O_8$) entspräche. Nach Peligot's neueren Untersuchungen*) soll auch wenigstens das in der Haut der Seidenraupe enthaltene Chitin in der That kein einfacher Körper, sondern die Verbindung eines proteinartigen Körpers mit der Cellulose sein, welche, zu gleichen Theilen gemischt, jenem fast gleich kommen würden.

4. Muskulatur.

Die aktiven Bewegungsorgane der Arthropoden, so weit sie nicht den vegetativen Organsystemen angehören, sondern die einzelnen Theile des Hautskelets gegen einander zu verschieben und eine lokomotorische Thätigkeit des Körpers zu vermitteln bestimmt sind, stellen in ähnlicher Weise wie das Körper-Integument einen continuirlichen Schlauch (Muskelschlauch) dar, welcher sich dem Hautskelet zunächst nach innen anschliesst und gleich diesem an verschiedenen Körperstellen eine sehr verschiedene Mächtigkeit erreichen kann. Auch hat dieser Muskelschlauch mit dem Integument des Arthropoden-Körpers das gemeinsam, dass er Einstülpungen in das Innere der Leibeshöhle eingeht, welche die entsprechenden der Cuticula begleiten. Am deutlichsten tritt dies an dem Ausführungsgange des Darmkanals und der Geschlechtsorgane hervor, wo sich der eingestülpten Chitinhaut nach aussen, wenn auch nicht unmittelbar, eine Muskellage anschliesst.

*) *Comptes rendus* Tom. 47, p. 1034 f.

Die für die Arthropoden am meisten charakteristische Eigenschaft dieses Muskelschlauches besteht darin, dass derselbe eine der Segmentirung des Hautskelets entsprechende, meist sehr detaillirte Gliederung zu zahlreichen in den verschiedensten Richtungen wirkenden Muskelgruppen und Einzelmuskeln erkennen lässt, wie sich dies einerseits nach der Energie und Gewandtheit der Ortsbewegung, anderseits nach der in hoher Vollkommenheit und Mannigfaltigkeit auftretenden Beweglichkeit der einzelnen Körpertheile, insbesondere der Gliedmaassen bei den meisten Gliederthieren von vorn herein erwarten lässt. Im Uebrigen ist in Betreff der allgemeinen Anordnung und Vertheilung der Körper-Muskulatur zu bemerken, dass sie sich zunächst dem symmetrischen Aufbau des Hautskelets entsprechend in den meisten Fällen vollkommen symmetrisch verhält, dass sie sich ferner vorwiegend auf die Rücken- und Bauchseite concentrirt, aber auf beiden um so mehr von einander abweicht, je vollkommener an letzterer die lokomotorischen Gliedmaassen entwickelt sind — und dass sie drittens auf die verschiedenen Segmente und Körperabschnitte in demselben Maasse ungleich vertheilt erscheint, als diese in Form sowohl als Funktion eine ausgesprochene Heteronomität erkennen lassen. Während sie verhältnissmässig gering an Mächtigkeit und einfach in ihrer Specialisirung und Anordnung da auftritt, wo nur eine einfache Beweglichkeit des einen Segments an dem anderen erforderlich ist, zeigt sie in denjenigen Fällen, wo sich auf gewisse Körperabschnitte der ganze, z. B. durch die Ortsbewegung bedingte Kraftaufwand concentrirt, innerhalb dieser eine ebenso beträchtliche Fülle als Complicirtheit. Nur bei annähernd homonomer Körpersegmentirung (*Myriopoda*, Insekten-Larven), bei gleichmässiger Vertheilung oder gänzlichem Mangel von Gliedmaassen tritt auch die Muskulatur in dem einen Körperringe als mehr oder weniger getreue Wiederholung des anderen auf.

Der Ursprung sämtlicher Arthropoden-Muskeln, mögen sie Rumpf- oder Gliedmaassen-Muskeln sein, ist stets die Innenfläche des Hautskelets, welche dem entgegengesetzten Ende auch wieder als Ansatz dient. Für diese Anheftung hat es sich nach den bisherigen Untersuchungen als ein allgemeines Gesetz herausgestellt, dass dieselbe bei einem und demselben Muskel stets an zwei unmittelbar auf einander folgenden Segmenten stattfindet, dass dagegen niemals ein solches übersprungen wird: eine Disposition, welche sich in gleicher Weise auf die Theile des Rumpfes als auf die einzelnen Abschnitte der Gliedmaassen erstreckt. Es wird jedoch durch eine derartige Anordnung keineswegs, wie es auf den ersten Blick scheinen könnte, eine Einförmigkeit in der Muskelverbindung und der darauf beruhenden Bewegungsfähigkeit der einzelnen Segmente bedingt, indem als Compensation einerseits eine sehr beträchtliche Zahl von Einzelmuskeln, anderseits eine grosse Mannigfaltigkeit in der Richtung, Grösse und Ansatzstelle derselben eintritt. Bei allen höher organisirten Arthropodenformen finden sich nämlich die Muskeln nicht nur in verschiedenen Lagen übereinander geschichtet vor, sondern jede dieser Lagen be-

berbergt z. B. im Rumpfe neben den allerdings vorwiegend vertretenen, in gerader Richtung von vorn nach hinten verlaufenden auch schräge Muskeln: neben solchen, welche sich vom Vorderrand des einen Segmentes zu dem des folgenden erstrecken, auch andere, denen eine Verbindung der Hinterränder übertragen ist, u. s. w., so dass der Bewegung nach keiner Richtung hin Schranken auferlegt sind. In denjenigen Fällen, wo sich die Dorsal- und Ventralhälfte eines und desselben Segmentes durch weiche Hautstellen mit einander verbinden, wird eine Beweglichkeit beider gegen einander durch vertikal oder schräg verlaufende Seitenmuskeln hergestellt, während in manchen Fällen (viele Arachniden) diese Dorso-Ventralmuskeln sogar die Leibeshöhle durchsetzen und sich zwischen die inneren Organe hindurchdrängen.

In der Mehrzahl der Fälle bietet die Innenfläche des Hautskelets sowohl an den Rumpfteilen als Gliedmaassen der vorhandenen Muskulatur hinreichenden Raum zum Ansatz dar. Sind jedoch z. B. in dem einen oder anderen Körpersegmente oder an einem grösseren Abschnitte des Rumpfes besonders kräftig entwickelte Gliedmaassen eingelenkt, oder sind einzelne Theile dieser Gliedmaassen selbst von besonders umfangreichem Caliber, so gewährt die Innenfläche des Segmentes allein eine Anheftung der theils an Zahl, theils an Umfang ansehnlich vermehrten Muskeln entweder nicht den nöthigen Raum oder auch nicht die ihrer Wirkung entsprechende Hebelkraft und es bedarf in diesem Fall noch besonderer Vorrichtungen, durch welche diesem Mangel abgeholfen wird. Als solche treten einerseits die z. B. im Thorax vieler Arthropoden vorhandenen Duplikaturen des Hautskelets, welche in Form von Platten, Stäben oder selbst von vollständigen Scheidewänden das Lumen desselben durchsetzen und von Andouin als Entothorax beschrieben worden sind, auf; andererseits fungiren als gleiche Stützpunkte sehnige Stränge, welche durch Infiltration mit Kalksubstanzen oder mit einem dem Chitin verwandten Stoff einen gewissen Grad von Festigkeit erlangt haben und mit dem Hautskelet, von welchem sie gleichfalls entspringen, eine so innige Verbindung eingehen, dass sie den Eindruck von unmittelbaren Fortsätzen desselben hervorrufen. Häufig erweitern sich diese Sehnen an ihrem freien Ende in platten- oder becherförmige Gebilde, welche dann dem davon entspringenden Muskel eine um so ausgedehntere Ansatzfläche darbieten.

Die Muskeln der Arthropoden sind im Leben meistens farblos, zuweilen selbst durchscheinend, oder lassen höchstens einen leichten, weissgelblichen Anflug erkennen; sie sind von weicher, fast gallertartiger Consistenz, welche übrigens durch Alkohol bald zur Starrheit und selbst zur Brüchigkeit verändert wird. Ihr feinstreifiges Ansehen beruht auf der Zusammensetzung aus parallel verlaufenden Primitivbündeln, welche nicht mit einander anastomosiren, aber durch feine Bindegewebsschläuche zu sekundären, stärkeren und bereits makroskopischen Bündeln vereinigt werden. Aus der verschiedenartigen Anordnung dieser Muskelbündel zu einander resultiren die verschiedenen Formen, welche man unter den

Muskeln selbst zu unterscheiden versucht hat. Straus-Dürckheim theilt sie zunächst in solche mit und ohne Sehne. Letztere, wie sie besonders die einzelnen Körpersegmente der Insektenlarven, die Hinterleibsringe vieler Arthropoden u. s. w. mit einander verbinden, sind meistens plattgedrückte, gleichbreite, bandartige Gebilde, obwohl sie in manchen Fällen auch eine cylindrische oder prismatische Gestalt annehmen; dieselben inseriren sich mit ihren beiden Enden unmittelbar an die Innenwand des Körper-Integumentes. Erstere zeigen zu der Sehne, mit der sie in Verbindung stehen, ein verschiedenartiges Verhalten, so dass Straus sie in fünf Kategorien sondert: 1) Kegelförmige Muskeln, deren Sehne dünn ist und die Axe einnimmt, so dass sie auf allen Seiten Muskelfasern abgibt. Die Sehne derselben theilt sich zuweilen in eine grosse Anzahl kleinerer Stränge, um den Muskelfasern desto zahlreichere Ansatzpunkte zu bieten. 2) Pyramidale Muskeln, welche gleichfalls eine rings umhüllte Sehne besitzen; dieselbe ist jedoch stark blattartig erweitert. 3) Scheinbar gefiederte Muskeln (*pseudo-penniformes*) von platter und dreieckiger Gestalt; ihre Muskelfasern entspringen sämmtlich auf einer und derselben Linie und verlaufen entweder nach den beiden entgegengesetzten, oder nur nach einer Seite der dünnen Sehne. 4) Gefiederte Muskeln, welche sich von den vorhergehenden nur durch ihre gezackten Ränder unterscheiden; ihre Sehne ist entweder in der Mitte oder seitlich gelegen. 5) Zusammengesetzte Muskeln, d. h. solche, welche aus mehreren Strängen bestehen, von denen oft jeder seine eigene Sehne hat, deren Stränge sich aber vor ihrer Insertion an dem zu bewegendem Theil mit einander vereinigen. Dieselben kommen besonders an solchen Körpertheilen vor, welche einen besonderen Kraftaufwand zu vermitteln haben, wo aber für einen einzelnen Muskel kein zusammenhängender Raum vorhanden ist; man kann dieselben auch als eine Anzahl von Einzelmuskeln ansehen, welche sich nur an einem gemeinsamen Punkte anheften.

Die Zahl der Einzelmuskeln, in welche sich der Muskelschlauch gliedert, ist je nach der Mannigfaltigkeit und Vollkommenheit der Bewegungen, welche die Lebensthätigkeit der einzelnen Formen bedingt, eine sehr wandelbare und auch je nach den Alters- und Entwicklungsstufen vielfachen Schwankungen unterworfen. In letzterer Beziehung mag hier kurz angedeutet werden, dass im Allgemeinen sich die Zahl der Muskeln bei dem mit Häutungen und Metamorphosen verbundenen Wachsthum des Individuums vermehrt, und zwar ganz besonders dann, wenn mit diesem Wachsthum eine Vervielfältigung der Körpersegmente auftritt. Dagegen fehlt es auch nicht an Fällen, wo die grössere Zahl der Einzelmuskeln den Larvenformen eigen ist, um bei der Altersform wieder eine beträchtliche Abnahme zu erfahren; es ist dies ein Vorgang, welcher die sogenannte retrograde Metamorphose, welche wir z. B. bei den Coccinen, den parasitischen Copepoden, unter den Cirripeden u. s. w. antreffen, begleitet und welche dadurch bedingt ist, dass hier nur die Jugendformen für eine freie Ortsbewegung bestimmt, die geschlechtsreifen Individuen dagegen

auf eine sesshafte Lebensweise angewiesen sind. So beträchtlich nun aber auch die Schwankungen in Betreff der Zahl der Einzelmuskeln sein mögen, so ist dieselbe durchschnittlich bei den Arthropoden eine ausserordentlich bedeutende und wenigstens bei den höher entwickelten Formen, welche bisher ausschliesslich der Gegenstand einer specielleren myologischen Untersuchung gewesen sind, eine sehr viel beträchtlichere, als sie selbst unter den Wirbelthieren zur Kenntniss gekommen ist. So wies z. B. Straus-Dürckheim allein für jeden der beiden Hinterflügel des gemeinen Maikäfers 13, für jedes der beiden Hinterbeine dieses Thieres 18 verschiedene Muskeln nach, während sich nach Lubbock's Untersuchungen in einem einzelnen Körpersegment der Raupe der *Pygaera bucephala* mindestens 58, in einem gleichen der Larve von *Tipula* sogar über 70 Einzelmuskeln vorfinden. Lyonet hat in seiner Anatomie der Weidenbohrer-Raupe, dem unübertroffenen Meisterwerke im Bereich der morphologischen Entomotomie, in jeder Körperhälfte (mit Ausschluss des Kopfes) 217 Rücken-, 154 Seiten-, 369 Bauch-, 63 Bein- und 20 dem zweiten und dritten Körpersegmente noch besonders zukommende Muskeln aufgefunden, welche mit Hinzurechnung der anderseitigen des Rumpfes, der 228 Muskeln des Kopfes und eines unpaaren die erstaunliche Summe von 1875 Körpermuskeln ergeben.

In Rücksicht auf ihre Function kann man die Arthropoden-Muskeln in ebenso viele Categorien bringen wie diejenigen der Wirbelthiere, da die Mannigfaltigkeit ihrer Wirkungen wenigstens bei den höher organisirten Formen keineswegs eine geringere als dort ist. Auch den Gliedertieren fehlen nicht die Rotatoren, Elevatoren, Depressoren, Retractoren, Protrusoren und andere, ähnlich wirkende Muskeln, wenngleich die Beuger (*Flexores seu adductores*) und Strecker (*Extensores seu abductores*) immerhin vorwiegend vertreten sind und in gewissen Körpertheilen sich selbst fast ausschliesslich geltend machen. Begreiflicher Weise hängt die beschränkte oder vielseitigere Wirkung dieser Muskeln in erster Linie mit von der Beschaffenheit der Hebel, auf welche sie sich stützen, ab. Bei grösserer Nachgiebigkeit des Hautskelets wird neben einer viel ausgiebigeren Extension und Flexion in verschiedenen Ebenen auch die freieste aller Bewegungen, die Rotation hinzutreten und diese dann auch durch eigene Muskeln ermöglicht werden. Dagegen muss nicht nur diese verloren gehen, sondern auch die Flexion und Extension eine Beschränkung erleiden, wenn die einzelnen Körpersegmente durch stärkere Abscheidung von Chitin oder durch Ablagerung von Kalksalzen erstarren und wenn gleichzeitig ihre Gelenkverbindung durch theilweise Einschachtelung des einen in den anderen auf einen einfachen Ginglymus beschränkt wird. Der Vergleich zwischen den sehr freien, schlängelnden Bewegungen einer weichhäutigen Insektenlarve und den sehr beschränkten, wie sie z. B. an dem Postabdomen eines Flusskrebss auftreten, muss die bedingenden Momente sofort erkennen lassen; da an letzterem ebenso wie an dem Körper des Chilognathen oder an dem durch Chitin erhärteten Beine

eines beliebigen Insektes eine Bewegung des einen Segmentes am anderen nur in derselben Ebene stattfinden kann, so finden sich auch in allen diesen Theilen die Muskeln nur als Extensoren und Flexoren vertreten. In Betreff dieser beiden Categorien von Muskeln ist übrigens noch besonders hervorzuheben, dass dieselben bei den Arthropoden in einem umgekehrten Verhältniss zu einander stehen, als dies bei den Wirbelthieren der Fall ist: während bei letzteren (Säugethiere, Mensch) die Extensoren an Stärke bedeutend überwiegen, prädominiren bei ersteren, wie es scheint, durchweg die Flexoren. So fand z. B. Milne Edwards die (bei den Arthropoden übrigens nicht durchweg) ventral gelegenen Beugemuskeln in dem Postabdomen des Hummers von so überwiegender Stärke, dass sie für sich allein das Lumen der einzelnen Ringe dem grösseren Theile nach einnahmen, und für die Beine des Maikäfers hat Straus-Dürckheim nachgewiesen, dass an den Hüftstücken aller drei Paare die Zahl der Beuger stets beträchtlich diejenige der Strecker überwiegt: es verhalten sich nämlich die ersteren zu den letzteren am ersten Beinpaare wie 4 : 1, am zweiten wie 3 : 2 und am dritten wie 5 (eigentlich 7) : 3.

Histiologie. Während die Muskulatur der Radiaten, Mollusken und Würmer meist aus einfachen Zellen besteht, werden die Muskeln der Arthropoden gleich den Stammuskeln der Wirbelthiere aus viel complicirteren Einheiten, den mit sehr deutlicher Querstreifung versehenen Primitivbündeln zusammengesetzt. An dem frischen Muskel ist diese Querstreifung allerdings nur undeutlich zu erkennen, so dass sie in manchen Fällen und zwar besonders an sehr zarten und kleinen Muskeln von Meckel, Frey und Leuckart u. A. früher sogar in Abrede gestellt worden ist; dagegen tritt sie nach Erhärtung durch Alkohol überall sehr deutlich zu Tage, ohne dass etwa angenommen werden könnte, sie beruhe auf einer durch diesen hervorgerufenen Strukturveränderung. Die glatten, organischen Muskeln der Wirbelthiere fehlen den Arthropoden vollständig, denn auch die Muskulatur des Darmes, des Herzens u. s. w. hat quergestreifte Primitivbündel, welche sich von denen des Stammes nur dadurch unterscheiden, dass sie weniger isolirt bleiben, sondern häufig mit einander anastomosiren. Jedes Primitivbündel ist von einer homogenen, bindegewebigen Membran, dem Sarkolemma umgeben, durch welche es mit den benachbarten zur Herstellung sekundaerer Muskelbündel verkittet wird; auch diese letzteren umschliesst eine Bindegewebshülle, innerhalb welcher die Nerven-, Luftröhren- oder Gefässendigungen verlaufen. Aus den neuesten, sehr sorgfältigen Untersuchungen Weismann's*) über die Bildung der Primitivbündel ergibt sich, dass dieselben nicht, wie es Reichert für die Wirbelthiere annimmt, durch Auswachsen einer einzigen embryonalen Zelle entstehen, sondern dass sie der Angabe Schwann's entsprechend einer Reihe primitiver Zellen ihren Ursprung verdanken,

*) Ueber die zwei Typen kontraktiles Gewebe und ihre Vertheilung in die grossen Gruppen des Thierreichs, so wie über die histologische Bedeutung ihrer Formelemente. (Zeitschr. f. ration. Medicin 3. Reihe XV. p. 60 u. 279 ff. Taf. 4—8.)

welche zu einem cylindrischen Klumpen zusammengeballt, sich mit einer homogenen Membran, dem bereits erwähnten Sarkolemma umgeben. Nachdem innerhalb dieser die primitive Zellenmembran geschwunden und der Zellen-Inhalt frei geworden ist, lagert sich derselbe als fein granulirte (sarkogene) Substanz um die Zellenkerne ab und wandelt sich unter fortwährender Vermehrung zu der eigentlichen kontraktilen Substanz, welche die Querstreifung annimmt, um. — Die sich den Muskeln der Arthropoden häufig unmittelbar anschliessenden Sehnen zeigen wie bei den Wirbelthieren eine deutlich längsfasrige Struktur und bestehen aus erhärtetem (chitinisirtem?) Bindegewebe. Ihr Zusammenhang mit den primitiven Bestandtheilen des Muskels wird dadurch vermittelt, dass sich der Sehnenstrang in einen Büschel einzelner Fasern ausbreitet und dass jede dieser Fasern sich allmählig zu einem cylindrischen Bindegewebschlauch aushöht, welcher einen Primitivbündel des Muskels aufnimmt. Der anderseitige Zusammenhang der Sehnen mit dem Hautskelet ist dermalen noch ein Gegenstand der Controverse; während Reichert und Leydig die Continuität des Sehnen-Bindegewebes mit der Chitinlage selbst behaupten, findet nach Haeckel eine Trennung beider durch die Zellenlage der Matrix statt.

Chemische Beschaffenheit. Die Arthropoden-Muskeln sind von C. Schmidt an *Astacus fluviatilis* und *Melolontha vulgaris* auf ihre Zusammensetzung untersucht worden. Von ersterer Art wurden die Schwanz-, von letzterer die Brustmuskeln, nachdem ihnen durch Maceration in Wasser der Nahrungssaft, durch Alkohol und Aether das Fett der Nervenverzweigungen entzogen war, bei 130° getrocknet und im Sauerstoffstrom verbrannt. Der Aschengehalt betrug bei *Astacus* 3,194 % (phosphorsaurer Kalk), bei *Melolontha* 3,285 % (phosphorsaurer Kalk, etwas phosphorsaure Magnesia und eine Spur von Eisenoxyd). Die Analyse ergab:

	<i>Astacus fluviatilis.</i>		<i>Melolontha vulgaris.</i>	
	1.	2.	1.	2.
C =	52,14	52,39	52,35	52,08
H =	7,10	7,18	7,20	7,14
N =	15,22	15,44	15,20	15,34

also im Durchschnitt: C = 52,24, H = 7,15, N = 15,30. Hiernach ist die Uebereinstimmung eine grössere mit der Zusammensetzung der glatten Muskelfaser von *Anodonta* (nach Schmidt: C = 52,45, H = 7,30, N = 15,33) als mit derjenigen der quergestreiften bei den Wirbelthieren (nach Strecker: C = 53,6—54,4, H = 7,2, N = 15,8—16,3).

Die Muskelthätigkeit der Arthropoden erscheint in so fern als eine besonders hoch potenzierte, als die aus derselben resultirenden Leistungen sich sowohl zu der Grösse als zu dem Gewicht des Körpers sehr allgemein als ganz aussergewöhnliche bekunden, welche selbst diejenige vieler Wirbelthiere weit übertreffen. Es erscheint dies um so auffallender, als, wie bereits oben erwähnt, die Muskeln dieser Thiere im Leben eine ungemaine Weichheit und Nachgiebigkeit erkennen lassen, auf

welcher übrigens möglicher Weise gerade ein besonders hoher Grad von Contraktionsfähigkeit beruhen könnte. Obwohl auch viele, der lokomotorischen Gliedmaassen vollständig entbehrende Gliederthiere durch ihre über die ganze Länge des Körpers gleichmässig vertheilte Muskulatur recht ansehnliche Kraftäusserungen zu produciren im Stande sind, so tritt doch die Muskelleistung besonders energisch in den gliedmaassentragenden Körperringen derjenigen Formen auf, bei denen die Zahl dieser Gliedmaassen eine beschränkte ist und wo dieselben sich auf einen bestimmten Abschnitt concentriren. Es ist dies z. B. von den eigentlichen Insecten so bekannt, dass es jeder, auch ohne sich speciell mit entomologischen Beobachtungen befasst zu haben, wohl gelegentlich an sich erfahren hat. Der beträchtliche Widerstand, den die geschlossene Hand einem Maikäfer, welcher sich aus derselben freizumachen sucht, entgegensetzen muss, ist eben so leicht zu erproben als die Kraft, deren es bedarf, um einen der grösseren Dämmerungsfalter (*Sphinx*) zwischen den Fingern zu fixiren, ohne ihn dabei zu zerdrücken: ein Vergleich lehrt sofort, dass eine viel geringere Anstrengung nöthig ist um eines der kleineren Wirbelthiere, auch wenn es das Insekt an Grösse und Gewicht bei weitem übertrifft, in ähnlicher Weise einzuzwängen. Der Unterschied ist so auffallend, dass man in neuester Zeit versucht hat, denselben durch das Experiment genauer in Zahlen zu präcisiren. Die Anwendung des Dynamometers hat z. B. ergeben, dass ein starkes Pferd von 600 Kilogr. Gewicht eine Kraft ausübt, welche 360 Kilogr. entspricht und dass ein kräftiger, dreissigjähriger Mann von 63,5 Kilogr. Gewicht auf horizontaler Ebene eine Last von 55 Kilogr. zieht, so dass sich für ersteres als Verhältnisszahl 0,66, für letzteren 0,86 ergibt. Eine Reihe von Versuchen, welche Plateau vor Kurzem*) mit verschiedenen Insecten angestellt, hat nun auch in Betreff ihrer Zugkraft unverhältnissmässig zu Gunsten der letzteren entschieden, indem sich trotz sehr beträchtlicher Schwankung der Verhältnisszahlen je nach den Arten, selbst die niedrigste von allen noch $5\frac{1}{2}$ mal höher stellte als die für den Menschen gewonnene. Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dass die dazu benutzten Insecten einen engen, horizontalen, mit Zeug beklebten Gang zu passiren hatten und dabei einen um ihren Leib geschlungenen Faden, dessen anderes Ende über eine leicht bewegliche Rolle lief, mit sich fortzogen; an dem Faden war eine kleine Wagschale befestigt, deren Gewicht durch einflussenden Sand so lange gesteigert wurde, bis das Insekt sie nicht weiter heben konnte. Die hierbei gewonnenen Resultate waren folgende:

*) Bulletin de l'acad. roy. de Belgique, 1865.

	Zahl der geprüften Thiere.	Mittleres Gewicht der Thiere.	Höchste- gehobene Gewichte.	Mittlere Verhältnisszahl.	Höchste
<i>Carabus auratus</i>	3	0,703	12,226	17,4	21,9
<i>Nebria brevicollis</i>	3	0,046	1,163	25,3	26,9
<i>Necrophorus vespillo</i>	3	0,271	4,082	15,1	21,1
<i>Silpha livida</i>	3	0,073	1,778	24,4	27,1
<i>Cypris morio</i>	5	0,085	1,447	17,0	21,1
<i>Bledius fulgidus</i>	5	0,015	0,444	29,6	35,0
<i>Cetonia aurata</i>	1	0,540	8,100	15,0	15,0
<i>Trichius fasciatus</i>	6	0,161	6,651	41,3	57,5
<i>Melolontha vulgaris</i>	12	0,940	13,456	14,3	23,2
<i>Anomala Frischii</i>	6	0,153	3,721	24,3	66,4
<i>Orvetes nasicornis</i>	6	1,905	8,905	4,7	5,9
<i>Geotrupes stercorarius</i>	6	0,391	3,826	9,8	12,7
<i>Onthophagus nuchicornis</i>	6	0,049	0,706	14,4	20,8
<i>Bombus terrestris</i>	6	0,194	3,125	16,1	22,0
<i>Apis mellifica</i>	6	0,087	1,760	20,2	24,9

Das durchschnittliche Ergebniss dieser Versuche ist, dass je geringer die Grösse und das Körpergewicht des Thieres, desto grösser sich die Verhältnisszahl der Kraftäusserung stellt, oder was dasselbe ist, dass die Kraft des Thieres im umgekehrten Verhältniss zu seiner Körpergrösse steht.

Einen besonders deutlichen Ausdruck findet die Muskelenergie auch bei denjenigen Arthropoden, welche mit Sprungvermögen versehen sind, einer Fähigkeit, welche neben einigen Crustaceen (*Gammarus* und Verwandte) und Arachniden (z. B. *Salticus*) ganz besonders einer grösseren Reihe von Insecten verschiedener Ordnungen eigen ist. Auch hier sind es gerade wieder die kleinsten Formen, welche durch ihre ausserordentlichen Leistungen in den schärfsten Gegensatz zu den Wirbelthieren treten. Während schon eine Heuschrecke, ein Flohkrebs u. A. eine Sprunghöhe erkennen lassen, wie sie nach dem gewöhnlichen Maassstabe ausser allem Verhältniss zu ihrer Körpergrösse steht, so erscheint dieselbe doch immer nur gering im Vergleich mit derjenigen, zu welcher sich gewisse winzige Insecten, wie z. B. die Gattungen *Haltica*, *Orchestes*, *Pulex* u. A. erheben können. Der menschliche Floh, welcher nach Straus-Dürckheim im Sprunge eine Höhe von etwa einem Fuss und somit das 200fache seiner eigenen Körperhöhe erreicht, bietet in dieser Hinsicht wohl das Ausserordentlichste dar, was überhaupt im Thierreiche angetroffen wird. Es ist indessen zu beachten, dass hier der Leistung der Schein des Aussergewöhnlichen zum grossen Theil mit durch die geringe Grösse des Thieres verliehen wird und dass sie viel davon einbüssen würde, wenn der Floh z. B. die Grösse einer Heuschrecke hätte. Bei einer solchen würde er, vorausgesetzt, dass seine Organisation dieselbe bliebe, keineswegs höher springen, da die Beobachtung lehrt, dass die zunächst mit einander verwandten Formen einer Gattung oder Familie bei gleicher Befähigung für diese Art der Ortsbewegung, unabhängig von ihrer Grösse ziemlich eine und dieselbe Sprunghöhe und Weite einhalten. Die Extensität der Wirkung

richtet sich daher stets nach dem Verhältniss, in welchem die Durchschnittsfläche des den Sprung vermittelnden Muskels zu dem Körpergewicht des springenden Thieres steht; sie wächst mit der Anzahl der sich contrahirenden Primitiv-Muskelbündel, erleidet übrigens vermuthlich zugleich wesentliche Modificationen je nach der Stelle, wo das Springorgan am Körper angebracht ist. Dass diese bei den verschiedenen mit Sprungvermögen versehenen Arthropoden eine vielfach abändernde ist, lehrt die tägliche Beobachtung; bei den Heuschrecken sind es z. B. wie bei vielen Käfern die stark verdickten und häufig zugleich auffallend verlängerten Hinterbeine, bei den Elateriden der Prothorax, bei den Poduriden eine am Ende des Hinterleibes angebrachte Springgabel, bei den Gammariden endlich die griffelförmigen *Pedes spurii* der Schwanzspitze, durch welche die Sprungbewegung vermittelt wird.

Die übrigen lokomotorischen Functionen der Gliederthiere sondern sich je nach dem Element, in welchem diese leben, übereinstimmend mit denjenigen der Wirbelthiere in Schreit-, Schwimm- und Flug-Bewegung, von denen jedoch die letztere, als ausschliesslich auf die Klasse der Insecten beschränkt, vorläufig nicht weiter in Betracht kommt. Die Schreitbewegung nimmt in demselben Maasse an Vollkommenheit zu, als lokomotorische Gliedmaassen einerseits überhaupt zur Ausbildung gekommen, anderseits auf eine bestimmte Region des Körpers beschränkt sind, reducirt sich dagegen auf ein mehr unbeholfenes und langsames Kriechen, wenn sie entweder in Form kurzer Stummel auftreten oder selbst ganz fehlen. In letzterem Falle wird die Fortbewegung durch abwechselnde Contraction und Extension der Körpersegmente gegen einander bewirkt, indem erstere am vorderen, letztere am hinteren Körperende beginnt und sich sodann der Reihe nach den folgenden mittheilt; die beiden Körperenden fungiren dabei durch den Widerstand, den sie an der Unterlage finden, alternirend als fixe Punkte, von welchen aus die neue Streckung und Zusammenziehung sich wiederholt. Zu diesem Behufe sind dann auch bei fusslosem Körper entweder alle Segmente oder wenigstens das vorderste und hinterste sehr allgemein mit verschieden gebildeten Reibungs- oder Haftapparaten, wie Borsten, Häkchen, saugwarzenartige Ausstülpungen u. dgl. versehen, welche in manchen Fällen auf den ganzen Umkreis der Körperringe gleichmässig vertheilt, in anderen blos auf die Bauchseite beschränkt sind. Letztere Modification zeigt schon einen deutlichen Uebergang zu dem Auftreten selbstständiger, wenn auch noch rudimentärer Beine, wie sie z. B. in Form von Fussstummeln bei den Schmetterlingsraupen, den Blattwespenlarven u. d. m. vorkommen. Auch sie fungiren, da sie schon ihrer Kürze halber höchstens zu einer sehr beschränkten Bewegung befähigt sind, noch vorwiegend als Fixirungsapparate; sie vermitteln gleichfalls nur eine Kriechbewegung, welche allerdings beträchtlich vollkommener als die erstgenannte ist, aber gleichfalls nur in abwechselnder Beugung und Streckung der einzelnen Körperringe besteht. Sind diese Fussstummel an allen oder an den meisten Körpersegmenten vorhanden, so tritt eine

gleichzeitige, aber von einander unabhängige Contraction mehrerer solcher Segmente ein, welche den Eindruck einer undulirenden Bewegung des Körpers im Ganzen hervorruft; finden sie sich dagegen nur an den beiden Enden des Körpers, wie z. B. bei den Geometriden-Raupen, so entsteht die unter dem Namen des „Spannenmessens“ bekannte Bewegung, welche in einer abwechselnden Beugung und Streckung des ganzen, zwischen den beiden Fixirungspunkten liegenden Körpertheiles besteht.

Bei der eigentlichen Schreitbewegung kann zwar eine abwechselnde Beugung und Streckung einiger oder aller Körpersegmente mitwirken, ebenso gut aber auch gänzlich fehlen; bedingend für dieselbe ist die Anwesenheit gegliederter Beine, welche am Körper beweglich eingelenkt sind und deren auf einander folgende Abschnitte sich meist in entgegengesetztem Sinne gegen einander bewegen. Die Ortsbewegung wird in diesem Fall durch abwechselndes Schliessen und Oeffnen der beiden Schenkel eines Winkels bewirkt, von denen der eine an seinem Ende einen Widerstand an der Unterlage findet und somit als fixer Punkt agirt. Man sollte *a priori* glauben, dass die Vollkommenheit und die zum Lauf gesteigerte Schnelligkeit dieser Schreitbewegung in erster Linie von der Zahl der hierbei wirkenden Gliedmaassenpaare abhängen müsste und zwar so, dass dieselbe sich in demselben Maasse steigere, als die Zahl der Beine vermindert wäre. Die Beobachtung lehrt jedoch, dass die Schnelligkeit der Ortsbewegung weder von der Zahl noch von der Länge der lokomotorischen Gliedmaassen abhängig ist; wir kennen ebensowohl Gliederthiere, welche mit einer geringen (Araneiden, *Carabus*, *Cistela*, *Blatta*, *Lepisma*) als mit einer grossen Zahl von Beinen (*Scolopendra*, *Cermatia*, *Porcellio*) versehen sind und sich dabei an Schnelligkeit vollkommen gleich stehen, während andere mit gleich auffallenden Zahlendifferenzen eine ähnliche Uebereinstimmung in der Trägheit des Ganges erkennen lassen. Dagegen ist durchschnittlich die Schreitbewegung bei denjenigen Arthropoden am vollkommensten, welchen sonstige Lokomotionsorgane fehlen und bei denen die Beine anderweitige Functionen (wie Graben, Schwimmen, Klettern) nicht zu versehen haben. Die Bewegung ist hier in der Regel nicht nur besonders gewandt und schnell, sondern auch in Betreff der Richtung eine mehr stetige, während Beine, welche nebenbei noch anderen Zwecken dienen, einen trägeren, unbehüllicheren und mehr unsteten Gang zu Wege bringen. Ueberhaupt ist in dieser wie in vielen anderen Beziehungen eine wesentliche Uebereinstimmung mit der Schreitbewegung der vierfüssigen Wirbel- und besonders der Säugethiere nicht zu verkennen, wie sie sich denn z. B. ganz besonders auch in der gleichzeitigen Aktion der sich bewegenden Gliedmaassen zweier auf einander folgender Paare manifestirt. Ob eine solche für alle Arthropoden die Regel ist, lässt sich schwer entscheiden, da sowohl bei schnell laufenden als mit zahlreichen Beinpaaren versehenen Formen selbst bei aufmerksamster Betrachtung nicht sogleich festzustellen ist, ob das Auftreten und Heben bestimmter Gliedmassen ein gleichzeitiges oder durch kurze Intervalle getrenntes ist. Bei

langsam und gleichmässig sich fortbewegenden Arthropoden mit wenigen Beinpaaren scheint der bezeichnete Modus des Schreitens jedenfalls ein ziemlich verbreiteter zu sein. Die Beobachtung der Hexapoden lehrt nämlich, dass gleichzeitig mit dem rechten Vorderbein das linke mittlere und das rechte Hinterbein gehoben wird und dass ein Gleiches unmittelbar darauf mit dem linken Vorder- und Hinter- und dem rechten Mittelbein der Fall ist: so dass also bei zwei Schritten sämtliche sechs Beine in Aktion gewesen sind. Was bei den Insecten gleichzeitig durch drei Beine bewirkt wird, scheint sich bei den achtbeinigen Arachniden durch vier zu vollziehen, indem wenigstens bei einer langsam schreitenden Milbe (*Oribates*) an dem ersten Schritt $r^1 l^2 r^3 l^4$, an dem zweiten $l^1 r^2 l^3 r^4$ Theil nehmen: für die vielbeinigen Arthropoden stellt sich aber ein entsprechender Vorgang wenigstens in so fern als sehr wahrscheinlich heraus, als die Bewegung der Gliedmaassenreihe einer Körperseite den Eindruck einer sehr regelmässigen Undulation hervorruft, welche mit derjenigen der anderen Seite zu alterniren scheint.

Auch für die Schwimmbewegung der Arthropoden scheint durchweg die Anwesenheit gegliederter Bewegungsorgane bedingend zu sein, nur dass es nicht ausschliesslich die Beine sind, welche dieselbe vermitteln; die Entomostraken unter den Crustaceen liefern wenigstens mehrfache Beispiele dafür, dass auch die gewöhnlich als Fühlhörner bezeichneten Gliedmaassen die Form und Funktion von Ruderarmen annehmen. Die Vollkommenheit der Schwimmbewegung scheint übrigens in erster Linie nicht allein von einer derselben angepassten Gestaltung der als Ruder oder Steuer fungirenden Gliedmassen, sondern gleichzeitig von einer besonderen Form des ganzen Körpers abhängig zu sein. Die meisten Arthropoden mit linearem oder stark gewölbtem Körper (*Ranatra*, *Hydrophilus*, *Cypris*) sind nur unvollkommene Schwimmer, welche sich nur langsam und unstedt durch Rudern mit den Extremitäten fortbewegen. Dagegen stimmen die meisten mit schneller, schiessender Schwimmbewegung ausgestatteten darin überein, dass der Körper nach der einen oder anderen Richtung eine ansehnliche Flächenausdehnung angenommen hat, indem er entweder (*Naucoris*, *Dyticus*, *Gyrinus*) stark von oben nach unten, oder (*Cyclops*, *Daphnia* u. A.) seitlich zusammengedrückt erscheint. In der Regel tritt diese Intention, die Flächenausdehnung des schwimmenden Körpers zu vermehren, auch an den Gliedmaassen hervor, welche häufig die Form von flachen Scheiben oder dünnen Blättern annehmen und ausserdem sehr allgemein mit ausspreizbaren Haaren oder Wimpern besetzt sind, in manchen Fällen (*Apus*, *Branchipus*) sich auch gleichzeitig in auffallender Weise vervielfältigen. Neben diesen Uebereinstimmungen zeigen die schwimmenden Arthropoden übrigens auch mannigfache Verschiedenheiten, welche sich ganz besonders auf den Sitz der die Schwimmbewegung vorwiegend vermittelnden Gliedmaassen beziehen. Schon bei nahe verwandten Formen ist derselbe nicht selten wesentlichen Schwankungen unterworfen, wie dies besonders bei den Gattungen *Gyrinus* und *Dyticus* hervortritt,

von denen erstere mit den armförmig verlängerten Vorderbeinen, die letztere mit den flachgedrückten und langgewimperten, besonders aber durch die feste Verwachsung der Hüften ausgezeichneten Hinterbeinen ihre Schwimmevolutionen ausführt; ferner auch bei den Hydrocoriden, welche theils (*Naucoris*) allein auf dem Bauch, theils (*Notonecta*) ausschliesslich auf dem Rücken zu schwimmen organisirt sind. Die bei weitem grösste Mannigfaltigkeit tritt aber in dieser Beziehung bei den Crustaceen auf, welche je nach den Ordnungen und Familien die verschiedensten Körpertheile bei der Schwimmthätigkeit in Anwendung bringen. Während es bei den einen vorzüglich das hintere Körperende ist, welches durch eigenthümliche flossenförmige Umgestaltung des letzten Schwanzfusspaares sich zur Vermittelung einer solchen besonders qualificirt erweist (*Decapoda Macrura*), bei anderen in Uebereinstimmung mit gewissen Wasser-Insekten die eigentlichen Beinpaare partiell zu Rudern umgebildet sind (*Lupea*, *Thalamita*), treten auch hier in einzelnen Fällen sogenannte Ruderarme auf, welche, um den Widerstand des Wassers in besonders energischer Weise zu überwinden, dem vorderen Körperende genähert eingelenkt sind (*Daphnia*) oder sogar dem Kopfe selbst ihren Ursprung verdanken (*Cyclops*). Auch erfährt diese Mannigfaltigkeit der als Ruder fungirenden Gliedmaassen bei den Crustaceen noch dadurch eine Erweiterung, dass häufig nach den verschiedenen Entwicklungsstufen einer und derselben Art verschiedene Extremitäten diese Funktion übernehmen.

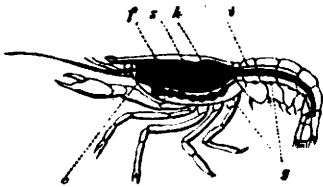
5. Nervensystem.

Gleich dem Hautskelet und der Muskulatur ist auch das Nervensystem der Arthropoden symmetrisch angelegt und stimmt mit demjenigen der Wirbelthiere darin überein, dass es seiner Centralmasse nach in der Mittellinie des Körpers und der Längsrichtung desselben entsprechend verläuft. Mit dieser Anlage ist zugleich eine ebenso scharfe Sonderung in einen centralen und einen peripherischen Theil gegeben, wiewohl die physiologischen Beziehungen des letzteren zu ersteren verschiedene sind. Eine wesentliche Abweichung von dem Nervensystem der Vertebraten liegt abgesehen von der gleich zu erörternden verschiedenen Lage des Hauptnervenstranges in der deutlich ausgeprägten oder anderenfalls wenigstens noch unverkennbar angedeuteten Gliederung: ein Unterschied, der sich zunächst zwar nur auf das Centralorgan zu beschränken scheint, in der That aber den peripherischen Theil mit einbegreift. Die einzelnen peripherischen Nerven stehen nämlich, wie das Experiment beweist, bei den Arthropoden nicht in Abhängigkeit von dem Centralorgan als Ganzem, sondern leiten ihre Wirkungen der Hauptsache nach von einzelnen Gliederungen desselben her, als deren Ausstrahlungen sie anzusehen sind.

a) Das Centralorgan des Nervensystems liegt der Innenfläche des Muskelschlauches auf und nimmt bei allen Arthropoden stets die Mittellinie der Ventralseite ein. Der bilaterale Typus drückt sich in demselben durch die Duplicität der (nicht selten allerdings völlig verschmolzenen) Ganglien, seine typische Gestaltung in dem Aufeinanderfolgen

mehrerer solcher Ganglienpaare und in der Verbindung je zweier durch Nervenschlingen (Commissuren) aus. Die dem Rückenmark der Wirbelthiere direkt entgegengesetzte Lage hat dem centralen Nervenstrange der Arthropoden den Namen eines Bauchmarkes verschafft, welcher ebenso oft auf die gesammte Ganglienkette ausgedehnt als, nach Ausschluss der vordersten Ganglien, auf die übrigen beschränkt wird; nach Leydig's Ansicht mtssten von dem „Bauchmark“ sogar die beiden ersten Ganglien ausgeschlossen werden. In morphologischer Beziehung steht jedenfalls nichts der Ansicht entgegen, wonach das in seiner Lage allerdings versetzte vorderste Ganglion (Gehirnganglion) als ein den übrigen aquivalentes Schlussglied der ganzen Kette zu betrachten ist, wenn es gleich als Heerd der Sinnesnerven sich in physiologischer Beziehung von jenen absondert. Eine solche Absonderung erleidet es übrigens zugleich in örtlicher Beziehung, indem es durch den Oesophagus, welcher, um zur Mundöffnung zu gelangen, den sogenannten Schlundring, d. h. die das erste mit dem zweiten Ganglion verbindenden Commissuren passirt, nach der Rückenseite hin gedrängt wird. Auf diese Art wird es im Gegensatz zu dem gleich allen folgenden unterhalb des Darmkanales liegenden unteren Schlundganglion (*Ganglion infraoesophageum*) zum oberen Schlundganglion (*Ganglion supraoesophageum*) oder Gehirnganglion.

Fig. 1.



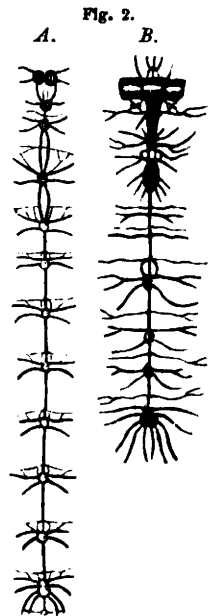
Länge-Durchschnitt von *Astacus fluviatilis*. *e* Ganglion supraoesophageum. *g* Bauchganglienkette. *i* Darm. *s* Magen. *f* Leber. *h* Herz.

Obwohl der auf diese Weise gebildete Schlundring für das Nervensystem der Arthropoden (und gleichzeitig der Annelaten) charakteristisch ist, so scheint er dennoch bei einigen der am niedrigsten organisirten Gliederthiere nicht zur Ausbildung gekommen zu sein. Nach Doyère's Untersuchungen fehlt er z. B. den Tardigraden unter den Arachniden, wo sein Ausfall mit dem Mangel eines besonderen Kopftheiles zusammenhängt, ferner bei den kleinsten Acarinen, wo er wenigstens bis jetzt nicht auf-

gefunden worden ist, endlich auch nach Rathke bei einigen parasitischen Copepoden, wo aus dem *Ganglion infraoesophageum* nur ein Paar Nervestämme seitlich vom Oesophagus nach vorn verlaufen, ohne sich über demselben zu einem Ganglion zu vereinigen (Taf. IX. Fig. 2g). Es stehen indessen diese Fälle immerhin sehr vereinzelt da und gehören überdies Formen an, über welche die Untersuchungen noch nicht als abgeschlossen zu betrachten sind: wie denn z. B. von Leydig unter den parasitischen Copepoden bei *Caligus* ebenfalls schon ein Gehirnganglion aufgefunden worden ist. — Ferner erleidet der Schlundring nicht selten darin eine Modification, dass die beiden ihn herstellenden Ganglien nicht mehr als getrennte Nervencentren auftreten, welche durch fadenförmige Commissuren mit einander in Verbindung gesetzt sind, sondern dass sie sich als eine continuirliche Masse darstellen, welche der Oesophagus in der Richtung

von hinten nach vorn durchsetzt. Diese Form des Schlundringes, welche z. B. zahlreichen Arachniden zukommt, hat man als Beleg für die Ansicht geltend zu machen versucht, wonach das *Ganglion supraoesophageum* zusammen mit dem *Ganglion infraoesophageum* einen besonderen Abschnitt des centralen Nervensystems ausmachen soll, welcher dem Gehirn der Wirbelthiere entspräche; doch ist sie in der That kaum von tieferer Bedeutung als eine vielfach vorkommende Concentration der Ganglien an dem übrigen Theile des Bauchmarkes, wo sie hauptsächlich durch ein Verschmelzen der denselben entsprechenden Körperlinge bedingt wird. Uebrigens ist gleich diesem auch das Gehirnganglion in seiner Entwicklung bis zu einem gewissen Grade von der Gesamtorganisation des Körpers abhängig und ganz besonders ist es die geringere oder vollkommene Ausbildung der von ihm ressortirenden Sinnesorgane, welche einen entsprechenden Grössenumfang desselben zur Folge hat. Die Anwesenheit sehr ausgebildeter, eine grosse Oberfläche darbietender Augen oder zu einer besonderen Entwicklung gelangter Fühlhörner lassen fast durchweg auf ein besonders ansehnliches *Ganglion supraoesophageum* mit eigens für jene Organe bestimmten Auftreibungen oder Vorsprüngen schliessen. Ausserdem scheint aber in gewissen Fällen auch eine höhere Potenzirung intellektueller Fähigkeiten auf die Masse dieser Ganglien Einfluss auszutüben; wenigstens sind von Dujardin und Leydig gerade bei solchen Insekten (Hymenopteren), welche sich in dieser Richtung besonders hervorthun, eigenthümliche Adventivbildungen nachgewiesen worden, welche den übrigen abgehen.

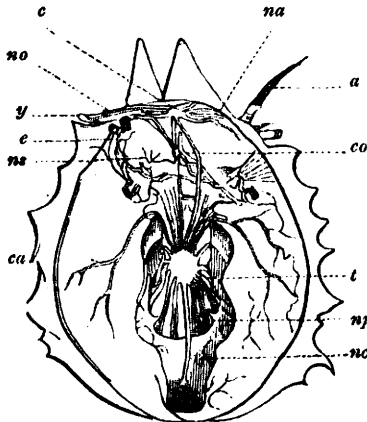
Der als „Bauchganglienkette“ im engeren Sinne bezeichnete Theil des centralen Nervensystems erleidet bei den verschiedenen Arthropoden-Formen sowohl der Zahl als dem Grössenverhältniss der einzelnen Ganglien nach die mannigfaltigsten Schwankungen. Obwohl die Zahl derselben fast niemals derjenigen der frei gebliebenen Körpersegmente gleichzukommen scheint, so bleibt sie hinter dieser doch auch in vielen Fällen nicht wesentlich zurück; ganz besonders ist dies bei den mit annähernd homonomer Körpersegmentirung versehenen Myriopoden und Insekten-Larven der Fall, wo wenigstens der grossen Mehrzahl der Segmente ein eigenes und auch in der Grösse von den übrigen nicht abweichendes Ganglion zukommt. In demselben Maasse, wie nun aber die Homonomität der Segmentirung des Hautskeletes alterirt wird, modificirt sich auch die Grösse der einzelnen Bauchganglien. So sind z. B. ganz allgemein bei den ausgebildeten Insekten dem Prävaliren der Thoraxringe entsprechend die drei Ganglien des Brustkastens beträchtlich stärker entwickelt als



Bauchmark von *Sphinx ligustri*. A. der Raupe. B. des Schwärmers.

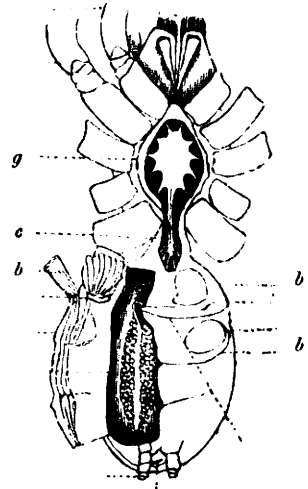
diejenigen des Hinterleibes und nur das letzte derselben zeigt, besonders wenn es sich auf eine Verschmelzung mehrerer zurückführen lässt, einen beträchtlich grösseren Umfang als die vorhergehenden (*Hydrophilus*, *Sphinx*). Dieser sich dem vorwiegend homonom gebildeten Bauchmark zunächst anschliessende zweite Typus bildet den Uebergang zu einer dritten Modification, welche darin besteht, dass sich je mehrere zunächst auf einander folgende Ganglien zu grössern Nervenmassen vereinigen, welche sich in manchen Fällen bis auf drei oder selbst auf zwei reduciren können. Zuweilen lässt sich an solchen verhältnissmässig umfangreichen Nervenknoten die Entstehung aus mehreren primitiv vorhandenen durch die Anwesenheit von Einschnürungen noch deutlich nachweisen; in anderen Fällen sind letztere aber vollständig verstrichen und es ist dann nur noch die Zahl der aus denselben entspringenden Nerven, welche sie als Ganglien-Complexe dokumentirt. Der äusserste Grad der Concentration besteht

Fig. 3.



Nervensystem eines brachyuren Decapoden (*Maja*).
ca Der von der Rückenseite geöffnete Cephalothorax.
a Fühler. *y* Augen. *c* Gehirnganglion. *t* Das Bauchmark, zu einem gemeinsamen grossen Ganglion verschmolzen. *co* Die beide Ganglien verbindenden Commissuren (Schlundring). *nc* Unpaarer Nervenstrang, als Fortsetzung des Bauchmarkes. *np* Beinerven. *na* Fühlernerven. *no* Augennerven. *ns* Schlundmagen-Nerven, den Magen (*e*) versorgend.

Fig. 4.



Nervensystem einer Vogelspinne (*Mygale*) nach Wegnahme der ventralen Hautdecke. *g* Grosses Thoraxganglion mit den davon ausstrahlenden Beinerven. *c* Die beiden sich hinten zu einem Nervenknoten verbindenden Commissuren. *bb* Lungen.

endlich in einer Verschmelzung sämmtlicher Ganglien des Bauchmarkes zu einer einzigen grossen Nervenmasse, wie es z. B. bei den brachyuren Decapoden und bei den Araneiden vorkommt und bei welchem dann das typische Gepräge des centralen Nervensystems, so weit es durch die Gliederung hervorgerufen wird, im Grunde verloren gegangen ist. Zu letzterer Kategorie muss füglich auch die bei einigen parasitischen Copepoden beobachtete Form des Nervensystems gerechnet werden, welches sich nach Rathke's Angaben (z. B. bei *Dichelesthium sturionis*) allein auf ein Ganglion *infraoesophageum* mit nach vorn und hinten ausstrahlenden

Nervenstämmen beschränken soll; vermuthlich ist auch in diesem Falle das hinter dem Oesophagus liegende grosse Ganglion aus einer Vereinigung sämtlicher Bauchganglien hervorgegangen oder einer solchen wenigstens äquivalent. (Taf. IX. Fig. 2g).

Vergleicht man die eben hervorgehobenen Abstufungen in der Anlage des Bauchmarkes, welche alle Uebergänge von einer vollständigen Centralisirung (*Brachyura*) zu einer hoch gesteigerten Decentralisation (Raupen) vermitteln, so ersieht man leicht, dass sie zunächst auf eine verschiedene Längsausdehnung der die einzelnen Ganglien verbindenden Commissuren zurückzuführen sind; eine Verkürzung dieser Commissuren auf ein Minimum leitet den Contact je zweier Ganglien ein, welcher sich dann bis zur vollständigen Verschmelzung steigern kann. Es ist indessen nicht bloß die Verkürzung der Commissuren, sondern auch das in verschiedenen Abstufungen auftretende seitliche Verschmelzen derselben, aus welchem sich die Verbindung der Ganglien miteinander erklärt. Es ist bereits oben darauf hingewiesen worden, dass der centrale Nervenstrang der Arthropoden dem Aufbau des Körpers entsprechend symmetrisch angelegt ist und dass sich diese Symmetrie nicht nur in einer Duplicität der Ganglien, sondern auch der sie verbindenden Commissuren nachweisen lässt. In vielen Fällen ist jedoch diese Duplicität nur noch andeutungsweise vorhanden und besonders halten in denselben Ganglien und Commissuren keineswegs gleichen Schritt; während bei letzteren die Trennung, muss bei ersteren die Verschmelzung als das häufigere Vorkommniss angesehen werden. Eine deutliche Scheidung der Ganglien in zwei vollständig isolirte (neben einander liegende) Einzelganglien ist bis jetzt nur bei den Phyllopoden unter den Crustaceen zur Kenntniss gekommen; sie sind hier in ähnlicher Weise durch zwei Quercommissuren mit einander in Verbindung gesetzt, wie es an den Längscommissuren des Schlundringes vieler Decapoden vorkommt. Im Anschluss hieran finden sich bei den Amphipoden und Isopoden die beiden Einzelganglien noch aufrecht erhalten, aber bereits in innigem Contact mit einander, bis schliesslich bei der Mehrzahl der übrigen Arthropoden eine immer innigere Vereinigung Platz greift; nur eine Untersuchung auf seine Struktur lässt hier an dem scheinbar unpaar gewordenen Ganglion noch seine bilaterale Bildung erkennen. Anders verhält es sich mit den Commissuren, bei welchen eine Isolirung die Regel oder wenigstens der häufigere Fall zu sein scheint. Als deutlich geschiedene, neben einander verlaufende Stränge sind sie schon mit unbewaffnetem Auge bei der Mehrzahl der grösseren Insekten, z. B. besonders leicht bei den Orthopteren (*Gryllus*) zu erkennen, während sie bei den Decapoden, für welche auch Audouin und Milne Edwards nur einen einzelnen Strang angeben, schon so dicht an einander gerückt sind, dass ihre Duplicität erst bei näherer Betrachtung hervortritt. Eine wirkliche Verschmelzung tritt in allgemeinerer Weise bei den Dipteren und Lepidopteren auf, obwohl sie auch hier nicht der Ausnahmen ermangelt. Bei *Tabanus* finden sich z. B. neben einfachen Commissuren auch doppelte (letztere

zwischen den Abdominalganglien) und bei *Tipula* lassen die sonst einfachen Commissuren wenigstens bei ihrer Einmündung in die Ganglien eine deutliche Trennung hervortreten; aber auch in den Fällen, wo eine Duplicität überhaupt nicht mehr erkennbar ist, zeigen die beiden ursprünglichen Stränge bei näherer Untersuchung innerhalb einer gemeinsamen Scheide jeder noch sein besonderes Neurilemm.

Dass das Bauchmark vieler Arthropoden von unten her durch gabelförmige Fortsätze des Hautskelets gestützt oder in anderen Fällen durch paarige Platten überwölbt und selbst auf längere Strecken hin in einen rings geschlossenen Canal gelagert sein kann, ist bereits oben (S. 40 f.) erwähnt worden. Solchen Vorrichtungen, welche wenigstens mittelbar auf eine Fixirung des Nervenstranges gerichtet sind, stehen nun andere gegenüber, welche auf die Möglichkeit einer Dislokation desselben hinzudeuten scheinen. Schon von Treviranus ist darauf hingewiesen worden, dass sich bei *Phalangium* strahlenförmige Muskeln an die Unterseite des grossen Thoraxganglion ansetzen, durch welche dasselbe hin und her bewegt werden könne. Leydig hat diese Angabe allerdings dahin berichtigt, dass die Insertion jener Muskeln nicht an dem Ganglion selbst, sondern vielmehr an einer unter ihm liegenden Skeletplatte Statt habe, dabei aber den Zweck, das Ganglion in Bewegung zu setzen, auch seinerseits anerkannt. Zugleich hat er jedoch, wie schon früher Blanchard, eine Reihe von Fällen zur Kenntniss gebracht, wo sich in der That einzelne Bündel oder ein ganzes Stratum von Muskeln unmittelbar an Theile des centralen Nervenstranges anheften. Einzelne solche beziehen sich auf das *Ganglion infraoesophageum*, welches bei manchen Insekten (*Dyticus*, *Meloë*) Muskelbündel vom Oesophagus empfängt, die Mehrzahl dagegen auf den hinteren, in der Leibeshöhle gelegenen Theil des Bauchmarkes, welcher mit einer specifischen Muskulatur sehr allgemein versehen zu sein scheint. Dieselbe tritt nämlich nicht nur bei solchen Formen auf, deren Bauchmark an Länge die Hinterleibshöhle übertrifft, so dass es in dieser wellenförmige Biegungen macht (wie z. B. unter den Orthopteren bei *Gryllus* und *Locusta*), sondern auch bei solchen, wo es eine straffe Anspannung erkennen lässt (Hymenoptera, Diptera). Häufig spannt sich hier das von den Leibeswandungen entspringende Muskelnetz nur brückenartig über das Bauchmark hinweg oder heftet sich nur mit einzelnen Muskelbündeln an Ganglien oder Commissuren fest; es kommen jedoch auch Fälle vor (*Tipula*), wo eine solche Insertion eine sehr viel ausgedehntere und in bestimmten Intervallen regelmässig wiederkehrende ist, so dass eine ähnliche Bildung wie am Rückengefäss der Insekten hervorgerufen wird. Da die meisten hierauf bezüglichen Beobachtungen sich bis jetzt auf die Klasse der Hexapoden beschränken, so findet das bezeichnete Verhalten auch bei diesen noch eine speziellere Berücksichtigung.

b) Das peripherische Nervensystem der Arthropoden besteht meist aus zahlreichen, sich in mannigfaltigster Weise verzweigenden Nervenstämmen, welche zum grösseren Theile direkt aus den Ganglien,

zum kleineren auch aus den Commissuren des Bauchmarkes entspringen und von denen einige in ihrem Verlauf noch besondere Ganglien bilden. Dem *Ganglion supraoesophageum* verdanken zunächst die specifischen Sinnesnerven ihren Ursprung, um sich zu den dem Vorderkopf angehörenden Fühlern und Augen zu begeben, von deren verschiedenartiger Ausbildung ihre stärkere oder geringere Entwicklung abhängig ist; neben diesen noch motorische Nerven von meist geringerer Stärke, welche die Muskeln der Fühlhörner und zuweilen (Decapoden) auch die der Augenstiele versorgen. In Bezug auf die Abgabe dieser zu den äusseren Anhangsgebilden des Hautskelets verlaufenden Nerven würde das Gehirnganglion mit den folgenden Nervencentren übereinstimmen; doch verdanken ihm ausserdem noch andere Nerven ihre Entstehung, welche, obwohl verschiedenen Ursprungs, eine gemeinsame Bestimmung haben und unter der Bezeichnung des Mundmagen- oder Schlundnervensystems zusammengefasst werden. Es existiren deren ein unpaarer, welcher mit zwei Wurzeln an der Vorderfläche des Gehirnganglions in unmittelbarer Nähe von den Fühlernerven, und ein paariger, welcher aus der Hinterfläche jederseits bei dem Ursprung des Schlundringes entspringt. Der erstere schwillt gleich nach der Vereinigung seiner beiden Wurzeln zu einem auf dem Schlunde liegenden unpaaren Stirnganglion (*Ganglion frontale*) an, um aus diesem als sogenannter *Nervus recurrens* wieder hervorzugehen, unterhalb des Gehirnganglions auf der Rückenfläche des Oesophagus nach hinten zu verlaufen und die Muskulatur desselben mit zahlreichen Nebenästchen zu versehen; in der Magengegend endigend, bildet er auch hier wieder ein grösseres Ganglion. Auch die beiden paarigen hinteren Schlundnerven bilden bald nach ihrem Ursprung je ein Ganglion, aus welchem sie wieder hervorgehen, um sich am Oesophagus auszubreiten; die beiden Ganglien werden hier durch quere Nerven mit einander in Verbindung gesetzt. Während der erste Entdecker dieses Schlundnervensystems, Joh. Müller, dasselbe als dem *Nervus sympathicus* der höheren Thiere aequivalent ansah, glaubten Newport, Blanchard und Leydig darin eher ein Analogon des *Nervus vagus* nachweisen zu können.

Aus den übrigen Ganglien des Bauchmarkes gehen meist so viele grössere Nervenstämme hervor, als Gliedmaassen zu versorgen sind, so dass sich deren also an dem *Ganglion infraoesophageum*, welches die verschiedenen Kieferpaare, ferner z. B. an den beiden hinteren Thoraxganglien der Insekten, welche neben den Beinen auch die Flügel zu innerviren haben, eine grössere Anzahl als sonst vorfindet. Auch das letzte Hinterleibsganglion vieler Insekten, welches nicht nur, wie die vorgehenden, die Muskeln der Abdominalringe, sondern gleichzeitig auch diejenigen der Geschlechtsorgane und des hintersten Darmstückes mit Nerven zu versehen hat, lässt eine ansehnliche Zahl von Stämmen strahlenförmig aus sich hervorgehen. Dass alle diese für die Muskulatur bestimmten Nervenstämme neben ihrer motorischen Eigenschaft auch sensibler Natur sind, ist gegenwärtig durch Experimente sicher festgestellt

und in vielen Fällen lässt sich sogar ein gesonderter Ursprung ihrer motorischen und sensiblen Fasern nachweisen. Eine derartige Trennung der Elemente findet sich in vielen Fällen nur unmittelbar bei dem Abgange des Nervenstammes vom Ganglion, indem die beiden Wurzeln, von denen die motorische von der Dorsal-, die sensible von der Ventralseite des Ganglion ausgeht, sich bald darauf vereinigen (*Locusta*); es fehlt aber auch nicht an solchen, wo die ober- und unterhalb entspringenden Stränge überhaupt getrennt bleiben (*Tabanus*, Larve von *Aeschna*). Freilich geben auch häufig Ganglien solche Nerven ab, welche gleich von Beginn an vollkommen einfach sind (*Tipula*); doch lässt sich nach dem eben Gesagten mit Sicherheit annehmen, dass auch in ihnen die beiderseitigen Elemente vorhanden sind.

Ist der Ursprung der seitlichen Nerven aus den Ganglien der bei weitem allgemeinere, so geht er doch den dieselben verbindenden Commissuren des Bauchmarkes durchaus nicht ganz ab. Besonders scheint es die das *Ganglion infraoesophageum* mit dem ersten Brustganglion verbindende Commissur zu sein, welche sehr allgemein einen oder selbst mehrere Nervenstämme entsendet (Insekten), während bei vielen langschwänzigen Decapoden (*Astacus*, *Palaemon*) und auch bei Isopoden (*Porcellio*) sogar sämtliche Commissuren in übereinstimmender Weise einen Nerven aus sich hervorgehen lassen. Uebrigens stellt sich dieser Ursprung aus den Commissuren bei näherer Untersuchung doch keineswegs als ein unmittelbarer heraus; vielmehr lassen sich die Elemente des betreffenden Nerven stets aus dem zunächst gelegenen, entweder vorhergehenden oder nachfolgenden Ganglion herleiten.

c) Als sympathisches Nervensystem ist ein zwar mit dem Bauchmark und den von diesem entspringenden Nerven in engem Zusammenhang stehendes, aber schon durch seine histologische Beschaffenheit abweichendes System von Ganglien und Nervenfäden anzusehen, auf welches bereits Lyonet und Newport hingewiesen haben; wenigstens ist es der peripherische Theil desselben, welcher von Letzterem unter dem Namen der *Nervi transversi seu accessori* beschrieben worden ist. Dasselbe ist in seiner Anlage gleichsam eine Wiederholung des Bauchmarkes, dessen oberer Fläche es aufliegt und mit dem es darin übereinstimmt, dass es in Nervenknotten und von diesen ausgehende Stränge zerfällt. Bis jetzt nur bei gewissen Insekten und Crustaceen nachgewiesen, wird es dennoch ohne Zweifel eine allgemeine Verbreitung bei den Arthropoden besitzen. In besonderer Deutlichkeit tritt es z. B. an dem Bauchmark der Hymenopteren (*Bombus*) auf, wo es in der von Leydig angegebenen Weise leicht aufzufinden ist und an den vorderen Abdominalganglien je drei ganglienartige Anschwellungen darstellt. Das eine dieser Ganglien ist unpaar und entspringt mittels eines Stieles von der Vorder- und Oberseite des Bauchganglion selbst, so dass es zwischen den Commissuren sichtbar ist; die beiden anderen paarigen sitzen dem jederselts aus dem Bauchganglion abgehenden Nervenstamm kurz hinter seinem Ursprung auf,

mit dessen Nervenfasern die aus ihnen selbst entspringenden sich, nachdem sie zuvor isolirt neben her verlaufen sind, vereinigen. Während demnach hier ein ähnliches Verhalten stattfindet, wie es oben für das Schlundnervensystem hervorgehoben worden ist, lässt sich in anderen Fällen entweder (*Carabus*) nur ein mittleres unpaares Ganglion nachweisen, welches gleichfalls vom vorderen Theil der Bauchganglien mittels eines Nerven entspringt und jederseits einen sich mit den Spinalnerven vereinigenden sympathischen Ast abgiebt, — oder es findet sich, wie bei *Locusta*, ein zwischen den Commissuren des Bauchmarkes verlaufender unpaarer Nerv, welcher sich jedesmal bei einem Bauchganglion in zwei Aeste spaltet, von denen jeder nach Bildung eines seitlichen Ganglion sich dem entsprechenden Spinalnerven anschliesst. Die letztere Modification ist auch die bei gewissen Crustaceen (Onisciden) beobachtete, nur dass hier der peripherische Theil dieses sympathischen Nervensystems den aus den Commissuren des Bauchmarkes hervortretenden Nervenstämmen beigemischt ist.

d) Histologie des Nervensystems. Sowohl die Ganglien und Commissuren des Bauchmarkes als die von ihnen ausstrahlenden Nervenstämmen sind von zwei Hüllen, dem inneren und äusseren Neurilemm umgeben. Während das innere eine festere, derbere Membran von streifiger, zuweilen fast faseriger Struktur ist, welcher nach innen ein körniges oder selbst epithelartiges Stratum (Matrix) anliegt, erscheint das äussere als eine sehr viel weichere, mehr lockere, dem zellig-blasigen Bindegewebe angehörende Haut, welche unmittelbar in den Fettkörper übergeht, ausserdem auch theils Tracheen (Insekten), theils Blutgefäss-Endigungen (Crustaceen) enthält. In seltenen Fällen (*Scolopendra*, Decapoden) ist dieselbe durch zerstreute Pigmenthaufen oder sternförmige Pigmentzellen gefärbt, während in anderen Fällen (*Lepidoptera*, manche *Coleoptera*) eine Färbung der Ganglien an die Elementar-Bestandtheile dieser selbst gebunden ist.

Die Nervensubstanz ist bei den Arthropoden in gleicher Weise wie bei den Wirbelthieren einerseits aus zelligen Gebilden, den sogenannten Ganglienkugeln, andererseits aus fibrillären Elementen, den Nervenfasern zusammengesetzt. Erstere bilden die centralen Nervenherde (Ganglien der Bauchkette) und die peripherischen Ganglien, letztere die Commissuren und die Nervenstämmen nebst ihren Verzweigungen. Sowohl die aus Ganglienkugeln als aus Nervenfibrillen bestehenden Parteen des Nervensystems gehören der „grauen Nervensubstanz“ an, wenn man überhaupt diese den Wirbelthieren entlehnte Bezeichnung auf die entsprechenden Gebilde der Arthropoden übertragen will; eine sogenannte „weisse Nervensubstanz“ findet sich dagegen ausschliesslich im Centrum der Ganglien vor.

Die zuerst von Ehrenberg am Bauchmark von *Geotrupes* nachgewiesenen Ganglienkugeln sind fast durchweg unipolare, d. h. nur nach einer Seite hin fibrillär ausgezogen und daher meist von birnförmigem oder lang gestieltem Umriss. Neben solchen von geringer oder mittlerer

Grösse kommen auch auffallend grosse in den Bauchganglien der verschiedensten Arthropoden vor; sie enthalten einen Nucleus, um den sich die Zellensubstanz in concentrischen Streifen anordnet, besitzen aber keine sie nach aussen abschliessende Kapsel. Der Mangel der letzteren wird jedoch häufig dadurch ersetzt, dass sich um grössere Gruppen von Ganglienkugeln eine zarte gemeinsame Bindegewebsscheide, in welcher sich zahlreiche Tracheen-Endigungen finden, herumzieht. Der Uebergang der Ganglienzellen in Nervenfasern ist übrigens bei den Arthropoden nach Leydig's Untersuchungen keineswegs ein unmittelbarer, vielmehr richten sich die Stiele derselben gegen die im Centrum des Ganglion gelegene weisse Molekularmasse (Punktsubstanz von netz- oder geflechtartigem Charakter), um zunächst mit derselben zu verschmelzen und um aus dieser Verschmelzung die fibrilläre Substanz der Commissuren und peripherischen Nerven hervorgehen zu lassen. Die Nervenfasern, welche im Gegensatz zu den als Nervenheerde fungirenden Ganglienzellen die Leitung vermitteln, lassen als bloss contourirte, einer Markscheide entbehrende Fibrillen eine auffallende Aehnlichkeit mit den sympathischen Fasern der Wirbelthiere erkennen. Man würde jedoch fehlen, wenn man aus dieser Aehnlichkeit den Schluss ziehen wollte, dass die Nervenfasern der Arthropoden überhaupt nur als den sympathischen Elementen aequivalent anzusehen seien. Dass dieses nicht der Fall, geht leicht aus der Verschiedenheit hervor, welche zwischen den Fibrillen der spinalen und der sympathischen Nerven bei den Arthropoden existirt. Erstere sind gleichmässiger und dichter granulär, mehr grau von Farbe, letztere heller, durchsichtiger und in ihrem Innern einzelne, von einander entferntere Nuclei enthaltend, welche von einem Körnchenhaufen umgeben werden. Gleich den Ganglienzellen sind übrigens auch die Fibrillen der spinalen Nerven von sehr verschiedenem Durchmesser; neben den gewöhnlichen von granulärem Ansehn kommen sowohl bei Insekten der verschiedensten Ordnungen als auch bei Crustaceen (*Astacus*) sehr viel stärkere, faserig-röhrige Nerven Elemente von hellerem Aussehn vor, welche sich zuweilen (*Eristalis*) auf bestimmte Nervenstämme beschränken und der vorderen Partie des Bauchmarkes (Schlundring) überhaupt zu fehlen scheinen.

e) Chemische Beschaffenheit. Die einzige Angabe über die chemische Zusammensetzung der Nervensubstanz bei den Arthropoden rührt von C. Schmidt her und lautet dahin, dass dieselbe derjenigen der Wirbelthiere entsprechend sei. Eine von ihm vorgenommene Behandlung des Schlundringes des Flusskrebse, Maikäfers und der *Epeira diadema* mit den gleichen Reagentien, welche Frémy bei der Untersuchung der Wirbelthier-Nervensubstanz angewandt hat, ergab die Anwesenheit einer verhältnissmässig gleich grossen Quantität eigenthümlicher Fette und von Phosphorsäure. Mag dieser Versuch immerhin eine annähernde Aehnlichkeit in der chemischen Beschaffenheit zwischen der Nervensubstanz der Vertebraten und Arthropoden wahrscheinlich machen, so ist er doch nach Schlossberger weit entfernt, einen Beweis von der Identität der

Mischung abzugeben. Einer detaillirten quantitativen Analyse setzt schon die geringe Menge der Substanz, welche das Bauchmark der Arthropoden darbietet, Schwierigkeiten entgegen und für gewisse Nervenstoffe gehen uns im Augenblick überdies noch mikrochemische Reagentien vollständig ab.

f) Ueber die Funktion des Nervensystems sind von Yersin an *Gryllus campestris*, von Faivre an *Dyticus marginalis*, von Baudelot u. A. an Libellen Versuche angestellt worden, welche einerseits in Continuitäts-Trennungen der Commissuren des Bauchmarkes und der seitlichen Nervenstämmen, andererseits in Verletzung und theilweiser Abtragung einzelner Ganglien bestanden. Wenn die dabei erzielten Resultate nicht durchweg mit einander in Einklang stehen, sich zum Theil sogar direct widersprechen, so lässt sich dies aus den geringen Dimensionen des Organes, auf welches sich die Experimente zu richten haben und aus den daraus resultirenden Schwierigkeiten des Operirens leicht erklären. Ueberdies ist bei den mit letzterem verbundenen Eingriffen in den Organismus als Ganzes und bei den kaum zu vermeidenden Verletzungen benachbarter Organe eine Beurtheilung der auf das Experiment folgenden Erscheinungen keineswegs leicht, da sich manche sehr wohl auf andere Momente, wie z. B. Reflexthätigkeiten der Nerven zurückführen lassen könnten. Solchen in Bezug auf ihre Beweiskraft bis jetzt zweifelhaften Resultaten stehen jedoch auch andere gegenüber, welche sich als durchaus constant erwiesen haben und vorläufig zu folgenden Schlüssen berechtigen: 1) Die Ganglien des Bauchmarkes sind selbstständige, in ihrer Funktion von einander unabhängige Nervencentren, von welchen nur die aus ihnen selbst oder aus den ihnen zunächst liegenden Commissuren entspringenden Nervenstämmen ihre Lebensäusserungen herleiten. 2) Ebenso sind die beiden seitlichen Hälften eines Ganglion (d. h. das eine von zwei seitlich mit einander verschmolzenen Ganglien) so wie die beiden Stränge einer Commissur in Bezug auf die Leistung der von ihnen ressortirenden Nervenstämmen von einander unabhängig. 3) Der Sitz der Sensibilität und der motorischen Kraft ist in den Nervencentren ein getrennter, so dass eine Paralyse beider isolirt hervorgerufen werden kann; die sensitive Portion eines Ganglion liegt an seiner Ventralseite. 4) Die zu den Gliedmaßen verlaufenden Nervenstämmen enthalten sensible und motorische Fasern zugleich. 5) Es giebt peripherische Nerven (und Ganglien), welche ausschliesslich oder wenigstens vorwiegend motorisch sind.

Für die Unabhängigkeit der hinter einander folgenden Ganglien des Bauchmarkes in Bezug auf ihre Funktion sprechen die verschiedensten Experimente. Durchschneidet man z. B. die Commissur zwischen dem zweiten und dritten Thoraxganglion eines Insektes, so behält sowohl der vordere als der hintere Theil des Körpers seine Bewegungsfähigkeit und Sensibilität bei; doch übt ein auf den vorderen Theil applicirter Reiz keine Wirkung mehr auf den hinteren und ebenso umgekehrt, aus. Bei Verletzung der tiefer liegenden Theile des *Ganglion supraoesophageum* wird nur die Bewegung und Sensibilität der Fühlhörner, nicht aber die

jenige der Mundtheile aufgehoben; umgekehrt stellt sich bei Abtragung oder tiefgehender Verletzung des *Ganglion infraoesophageum* nur eine Paralyse der Mundtheile, nicht aber der Fühlhörner ein. Dass sich die Wirkung eines Ganglion auf die von ihm innervirten Organe beschränkt, geht ferner ganz besonders evident aus den von Faivre an dem letzten grossen Bauchganglion des *Dyticus marginalis* angestellten Versuchen hervor. Uebt man auf dieses Ganglion, welches hauptsächlich die Geschlechtsorgane mit Nerven versieht, einen Reiz aus, so wird der Ovidukt, resp. das männliche Begattungsorgan hervorgestossen und es kann aus letzterem unter Umständen selbst eine Ejakulation erfolgen. Diese Erscheinungen, welche bei Reizung der vorhergehenden Ganglien ganz fehlen, treten in gleicher Weise auf, wenn die Continuität zwischen jenem letzten grossen Ganglion und dem übrigen Bauchmark aufgehoben ist, nachdem also eine Durchschneidung der ihm vorausgehenden Commissur stattgefunden hat. Wie sich durch diesen Versuch eine spezifische Einwirkung eines isolirten Ganglion auf die Funktion der Geschlechtsorgane dokumentirt, stellt sie sich nach Baudelot's Experimenten an Libellen in entsprechender Weise auch für die Athmungsbewegungen heraus. Der Angabe Faivre's entgegen, wonach das Metathoraxganglion der Heerd der respiratorischen Bewegungen sein sollte, welche nach Durchschneidung der ihm vorausgehenden Commissur sofort sistirt würden, wies Baudelot nach, dass nicht nur der vom Brustkasten getrennte Hinterleib einer Libelle noch stundenlang Athembewegungen ausführe, sondern dass ein Gleiches auch bei dem hinteren Theile und selbst bei einzelnen aus der Mitte herausgeschnittenen Segmenten desselben der Fall sei — eine Erscheinung, wie sie sich aus dem Ursprung der respiratorischen Nerven an verschiedenen Stellen der Bauchganglienreihe auch ganz vollkommen erklärt.

Dass eine gewisse funktionelle Selbstständigkeit der beiden seitlichen Hälften eines Ganglion existire, beweist der Umstand, dass z. B. bei Abtragung der einen Hälfte des unteren Schlundganglion nur eine Paralyse der Mundtheile der entsprechenden Seite eintritt, während die der entgegengesetzten dabei nur in convulsivische Bewegungen gerathen. Auch bei Durchschneidung eines einzelnen Stranges der Längscommissuren ist die Wirkung auf die Gliedmaassen eine halbseitige; dieselben verlieren auf der entsprechenden Seite an Empfindung und freier Beweglichkeit und bewirken häufig zugleich einen Mangel an Gleichgewicht, so dass das operirte Insekt sich im Kreise herumdreht. Ein solcher tritt übrigens nach Yersin's Untersuchungen auch sehr allgemein bei der Verletzung einzelner Ganglien, und zwar ausser den Thoraxganglien ganz besonders des *Ganglion supraoesophageum* ein; die Ortsbewegung wird sodann continuirlich einseitig und flugfertige Insekten (Libellen, Dipteren) beschreiben selbst im Fliegen Kreise oder Spiralen. Das Auftreten einer solchen Erscheinung nach der Verletzung eines Thoraxganglions würde dem Gesetz von der funktionellen Unabhängigkeit der einzelnen Ganglien keinen Eintrag thun, da in diesem Fall die den nicht verletzten Ganglien ent-

sprechenden Gliedmassen den Bewegungen der durch die Operation alterirten unwillkürlich nachfolgen könnten. Tritt indessen eine solche Rotation auch nach Verletzung des Gehirnganglion, wie Yersin versichert, auf, so müsste immerhin eine Mitleidenschaft des übrigen Bauchmarkes und also eine Fortpflanzung der Störung durch die Commissuren angenommen werden, für welche in anderen Fällen auch ein nach der Verletzung auftretender Torpor oder ein convulsivisches Zittern in allen Theilen des Körpers sprechen würde. Uebrigens scheinen selbst derartige tiefgreifende Verletzungen der Nervencentren bei vielen Arthropoden doch eine im Verhältniss nur geringfügige und in manchen Fällen selbst vorübergehende Wirkung zu haben; nicht selten stellt sich nach kürzerer oder längerer Zeit die Bewegungsfähigkeit eines nach Verletzung des betreffenden Ganglion paralysirten Gliedmassenpaares wieder her, wenn dasselbe auch noch eine gewisse Genirtheit oder Unbeholfenheit erkennen lässt.

Die Vereinigung sensibler und motorischer Elemente in den aus den Ganglien entspringenden Nervenstämmen ergiebt die Durchschneidung derselben zwischen ihrem Abgang von dem Bauchmark und ihrem Eintritt in die durch sie versorgten Extremitäten; nach derselben ist nicht nur die Bewegungsfähigkeit suspendirt, sondern es fehlt auch die Reaktion auf angewandte Reizungen. Sind die sensitiven Nervenlemente, wie es Faivre für das *Ganglion infraoesophageum* angiebt, durchweg an der Unterseite der Ganglien concentrirt, so würde bei einem Ursprung des Nervenstammes mit zwei getrennten Wurzeln, wie er nach Leydig's Untersuchungen mehrfach vorkommt, die oberhalb entspringende motorische, die untere sensible Fasern enthalten. Letztere scheinen den Eingeweidenerven, welche gleichfalls aus Ganglien entstehen, fast ganz abzugehen und diese von dem *Ganglion supraoesophageum*, mit welchem sie eng verbunden, in ihrer Funktion unabhängig zu sein. Eine Abtragung der Gehirnlappen hat nämlich auf die Schlingbewegungen nicht den mindesten Einfluss, während eine Wegnahme des *Ganglion frontale* sie sofort sistirt, eine theilweise Abtragung der hinteren paarigen Schlundganglien sie zunächst sehr beschleunigt; eine Reizung des Schlundnerven selbst erregt convulsivische Bewegungen der durch ihn versorgten Theile des Darmkanals, dagegen eine Zerrung dieser letzteren keinerlei Gefühlsäusserungen. Würden sich nach diesen Erscheinungen die Schlundnerven als ausschliessliche Bahnen motorischer Fasern ergeben, so muss es um so mehr auffallen, dass anderwärts eine innige Vereinigung solcher Visceralnerven mit sogenannten gemischten Nervenbahnen, welche motorische und sensible Aeste zu den Rumpfmuskeln abgeben, vorkommt. Eine solche findet sich nämlich nach Faivre in einem aus dem letzten Bauchganglion von *Dytiscus* entspringenden Nervenstamm, dessen Aeste theils zu den Muskeln des Hautskelets, theils zu dem Magen, dem Darm und den Geschlechtsorganen geben. Bei einem auf diesen Nervenstamm in der Nähe seines Ursprunges ausgeübten Reiz treten, so lange derselbe nur ein oberflächlicher ist, ausschliesslich Zuckungen der Rumpfmuskeln, sobald er aber stärker wird,

Zusammenziehungen der von ihm versorgten Eingeweide ein. Dass die hier zu den Rumpfmuskeln verlaufenden Bahnen neben motorischen auch sensible Fasern enthalten, geht daraus hervor, dass eine Zerrung der hinteren Abdominalringe dem Thiere lebhaftere Schmerzáusserungen entlockt.

6. Sinnesorgane.

Von den fünf bei den Wirbelthieren in verschiedenen Graden der Ausbildung vorhandenen Sinnen haben unter den Arthropoden nur derjenige des Gefühls und des Gesichts eine allgemeinere Verbreitung, wiewohl die den letzteren vermittelnden Organe gleichfalls nicht selten ganz fehlen. Von den drei übrigen lässt sich nach unseren bisherigen Kenntnissen nur die vorwiegend negative Angabe machen, dass Organe, welche den Geschmack vermitteln, bis jetzt überhaupt nicht, solche, die dem Gehör und Geruch dienen, nur bei verhältnissmässig wenigen Formen nachgewiesen worden sind: und selbst wo ein solcher Nachweis geführt ist, beschränkt er sich in vielen Fällen vorwiegend auf die Anwesenheit eines Organes, welches sich durch seine Struktur zwar als ein Sinneswerkzeug zu erkennen giebt, ohne indessen mit Bestimmtheit die Art seiner Thätigkeit zu verrathen.

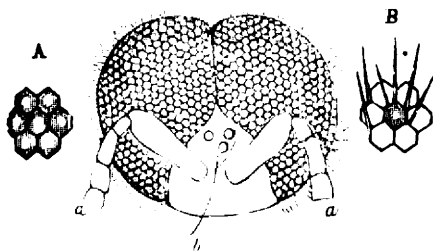
a) Die Gesichtsorgane der Arthropoden treten (mit einer einzigen bis jetzt zur Kenntniss gekommenen Ausnahme) stets an dem vordersten als Kopf bezeichneten Abschnitte des Körpers oder, falls ein solcher nicht als selbstständiger Theil existirt, an dem vorderen Theil des Cephalothorax in Form von einfachen (*Oculi simplices* s. *Stemmata*) oder gehäuften Einzelaugen (*Oculi congregati*) oder von zusammengesetzten (Netz-) Augen (*Oculi compositi*) auf. Die beiden letzteren Categoricien unterscheiden sich abgesehen von ihrer häufig sehr viel vollkommeneren Ausbildung in nichts Wesentlichem von den Einzelaugen, deren Multipla in loserer oder engerer Vereinigung sie darstellen und mit welchen sie durch Zwischenstufen verbunden sind. Auch letztere treten in sehr verschiedenen Graden der Vollkommenheit auf, da sie sich wie bei manchen Würmern auf sogenannte „Augenpunkte“, welche nur in einer Anhäufung schwarzen Pigmentes an der Spitze eines oder zweier Gehirnnerven bestehen, reduciren können. Dieser primitivsten Form, wie sie sich z. B. bei den acephalen Larven mancher Insekten (*Miastor*) und den Jugendzuständen vieler Entomostraken (Taf. XII. Fig. 7 u. 10, oc) vorfindet, reiht sich zunächst das nur durch einen in die Pigmentanhäufung eingesenkten lichtbrechenden Körper abweichende Einzelauge der am niedrigsten organisirten Crustaceen (Copepoden Taf. XI. Fig. 26, Ostracoden) und Arachniden (Tardigraden) an, welches gleich den „Augenpunkten“ auch darin noch einen besonders niedrigen Grad der Ausbildung erkennen lässt, dass es zu dem Körper-Integument noch in keine nähere Beziehung getreten ist. Es ist dem letzteren nämlich weder dicht nach innen anliegend, noch an einer bestimmten Stelle desselben befestigt, vielmehr häufig einer sehr freien Bewegung und Verschiebung fähig, so dass es in gleicher Weise wie die „Augenpunkte“ (Larve von *Miastor*) selbst an verschiedenen Körper-

segmenten zum Vorschein kommen kann. Eine Lichtempfindung ist hier dadurch ermöglicht, dass bei den betreffenden Formen die Körperhaut überhaupt nicht pigmentirt, sondern überall glasartig durchsichtig ist. Dasselbe hat in manchen Fällen (Daphnoiden) auch noch dann statt, wenn sich die Zahl der in das Pigment eingesenkten lichtbrechenden Körper schon vervielfältigt hat, ohne dass das Auge hierbei im Einzelnen zu einer höheren Ausbildung gelangt ist.

Eine solche ist bei den Arthropoden fast durchgängig an eine Continuität des Sehorgans mit einem Theil des Körper-Integumentes gebunden, wiewohl die Beschaffenheit dieses dem Auge dann funktionell angehörigen und als Cornea bezeichneten Theiles gleichfalls eine mehrfach verschiedene ist. Gemeinsam ist dieser Cornea in allen Fällen eine vollständige Pigmentlosigkeit, um ein Einfallen des Lichtes in die hinter ihr gelegenen percipirenden Elemente zu gestatten; Abweichungen dagegen zeigt sie in sofern, als sie entweder als glatte, ungetheilte Hornhaut 1) einen einfachen percipirenden Apparat (einige Copepoden, *Corycaeus*, Taf. XI. Fig. 24 x, Fig. 1. 2. 3. oc.), 2) eine grössere Anzahl solcher (glatte Augen der Phyllopoden, *Apus* — einfache Augen der Arachniden, Myriopoden und Insektenlarven — Scheitelaugen der Insecten) in Gemeinschaft überwölben kann, oder als gefelderte (facetirte) Cornea zahlreiche, zu einem Ganzen vereinigte Einzelaugen (zusammengesetztes Auge der Insekten, Decapoden, Amphipoden u. s. w.) hinter sich birgt. Auch in so fern lässt sie Verschiedenheiten erkennen, als sie in manchen Fällen nur dazu dient, die Lichtstrahlen durchgehen zu lassen, in anderen dagegen einen Brechungsapparat darstellt; in letzterem Falle zeigen die einzelnen Facetten des zusammengesetzten oder die ungetheilte Cornea des Einzelauges eine Wölbung, welche entweder nur nach innen gekehrt (plan-convex) oder zugleich äusserlich hervortretend (biconvex) sein kann. Die Facetten selbst an der Cornea des zusammengesetzten Auges variiren zunächst in der Form, welche bald vier- bald sechseckig auftritt; ganz besonders aber in der Zahl und Grösse, welche häufig in Wechselbeziehung zu einander stehen und von denen erstere eine sehr beträchtliche werden kann, indem sie sich sehr allgemein bis auf mehrere Tausend erhebt.

Die hinter einer solchen, als schützende Hülle und häufig zugleich als Brechungsapparat fungirenden Cornea liegenden Einzelaugen entsprechen in ihrer Zahl stets derjenigen der äusserlich hervortretenden Facetten. Gerade im zusammengesetzten Arthropoden-Ange haben sie ihre vollkommenste Ausbildung erhalten und bestehen hier sehr allgemein aus zwei, in ihrer Struktur scheinbar sehr differenten Theilen, von denen der

Fig. 5.



Kopf der männlichen Honigbiene (Drohne). *a* Fühler. *b* Ocellen. Darüber die grossen behaarten Netzaugen. *A B* Einzelne Facetten derselben, stärker vergrössert.

vordere, sich der Cornea nähernde vollkommen glashell und stark lichtbrechend (Crystallkörper), der hintere undurchsichtig ist und eine zarte körnig-faserige Struktur erkennen lässt (Nervenstab). Das stielartig verdünnte hintere Ende des Crystallkörpers wird von einer trichterförmigen Vertiefung, welche der Nervenstab an seinem vorderen Ende zeigt, aufgenommen, so dass beide mit einander in unmittelbare Verbindung gesetzt sind: dass dieselbe jedoch nur eine lose ist, lässt sich daraus ersehen, dass bei einem Versuche, die Nervenstäbe zu isoliren, die Crystallkörper in grosser Anzahl aus ihnen herausfallen. Letzterer Umstand sowohl als das verschiedene physikalische Verhalten beider hat daher auch alle früheren Untersucher dazu veranlasst, in dem Crystallkörper und Nervenstabe verschiedene und von einander unabhängige Organe zu erblicken. Trotzdem kann es nach mehreren hier einschlägigen Beobachtungen nicht mehr zweifelhaft sein, dass beide in Gemeinschaft eine morphologische Einheit darstellen, welche sich bei besonders vollkommener Ausbildung des Organes freilich nicht nur funktionell, sondern auch formell differenzirt hat, in gewissen Fällen aber beide Theile noch in vollständiger Continuität zeigt. Dies ist z. B. an den grossen Augen mancher Amphipoden der Fall, wo der Crystallkörper nicht als ein vom Nervenstab trennbarer Theil, sondern als unmittelbare kolbenförmige Fortsetzung desselben auftritt, dabei jedoch seine vom Nervenstab verschiedene lichtbrechende Eigenschaft beibehalten hat. Da nun aber der Nervenstab sowohl nach seiner histologischen Beschaffenheit als auch nach seiner Continuität mit den ausstrahlenden Fasern des Sehnerven in seiner Bedeutung als nervöses Gebilde nicht zweifelhaft sein kann, so stellt sich hier das sonderbare Verhältniss heraus, dass dasselbe Organ, welches an seinem hinteren Ende noch ein percipirendes ist, in seinem Verlauf nach vorn sich zu einem lichtbrechenden umgestaltet.

Durch die grössere oder geringere Zahl dieser Nervenstäbe des zusammengesetzten Arthropodenauges ist jedesmal die verschiedene Stärke des Sehnerven (*Nervi optici*) bedingt und von letzterer, wie bereits oben erwähnt wurde, die Grössenentwicklung des Gehirnganglion, als dessen Fortsetzungen sie erscheinen, abhängig. Bevor die Elemente dieses Sehnerven zur Bildung der Nervenstäbchen in das Innere des Auges eintreten, lassen sie noch vielfach eine Kreuzung und Durchflechtung erkennen und schwellen an ihrem Ende sehr allgemein zu Ganglienzellen, von denen sie in anderen Fällen auch nur umlagert sind, an. Jenseits dieser Ganglienzellen treten sie dagegen als vollständig isolirte Gebilde auf, welche jetzt auch nicht mehr parallel verlaufen, sondern sowohl ihrer eigenen, nach aussen an Dicke zunehmenden Gestaltung als auch der grösseren Oberfläche des ganzen Auges entsprechend, in radiärer Richtung von der Endfläche des Sehnerven ausstrahlen. Aber nicht nur, dass sie sich durch isolirten Verlauf scharf von einander absetzen, sondern sie werden gleichzeitig noch von einer besonderen bindegewebigen und mit dichtem körnigen Pigment belegten Hülle umgeben, welche offenbar auch für ihre Funktion

von besonderem Belang ist; es erstreckt sich nämlich dieser als Chorioidea bezeichnete Pigmentschlauch, welcher bald kurz hinter ihrem Ursprung aus der Ganglienzellenschicht beginnt, bald sich in diese selbst noch fortsetzt, nach vorn entweder bis dicht an die innere Wand der Corneafacetten oder wenigstens auf den grösseren Theil des lichtbrechenden „Crystallkörpers“, so dass dadurch eine isolirte Leitung und Perception der einfallenden Bilder bewirkt wird.

Aus letzterer Einrichtung geht wohl mit Evidenz hervor, dass die Nervenstäbchen im Arthropoden-Auge nur morphologisch einem annähernden Vergleich mit der Stäbchenschicht in der Retina des Wirbelthierauges unterzogen werden können, dass sie dagegen in funktioneller Beziehung ihnen weit überlegen sind. Für ersteren würde immerhin ihre Uebereinstimmung in der Form und dem optischen Verhalten sprechen, wengleich ihre verhältnissmässig kolossale Grösse, ihre Divergenz nach vorn und aussen, ihre entgegengesetzte Lagerung einer Identificirung nicht das Wort reden möchte. Das verschiedene Verhalten, welches die Chorioidea zu ihnen eingeht, kann aber ihre Bedeutung als selbstständig fungirende Augensysteme (Einzelaugen) um so weniger zweifelhaft lassen, als diese durch die schon von Leeuwenhoek erkannte Thatsache, wonach die einzelnen Cornea-Facetten selbstständige Spiegelbilder eines Gegenstandes produciren, die gewichtigste Stütze erhält. Die Isolirung der Nervenstäbe durch die Pigmenthülle findet eine Erklärung nur durch die Annahme, dass ebenso viele Bilder, wie sie der äusseren Augenfläche zugehen, selbstständig percipirt werden, um sich dann allerdings möglicher Weise im Sehnerven zu einem Gesamtbilde zu vereinigen.

b) Als Gehörorgane sind bis jetzt nur bei verhältnissmässig wenigen Arthropoden Bildungen in Anspruch genommen worden, welche sowohl ihrer Struktur als ihrem Sitze nach die wesentlichsten Verschiedenheiten erkennen lassen. Bereits i. J. 1811 machte Rosenthal darauf aufmerksam, dass sich in dem Basalgliede der inneren Fühler verschiedener Decapoden ein häutiges Bläschen finde, welches durch einen mit Wimperhaaren besetzten Spalt sich nach aussen öffnet und zu welchem sich ein besonderer aus dem Gehirnganglion stammender Nerv biegt. Farre, welcher später diese Beobachtung bestätigte, fand in diesem Bläschen als „Otolithen“ fungirende Sandkörnchen, welche, wie die neueren Untersuchungen von Hensen bestätigen, durch den äusseren Spalt in das Innere des Organes hineingelangen. Nachdem man sich zuerst der Deutung dieser Organe als Gehörblasen widersetzt hat, glaubte man dieselbe zulassen zu müssen, als bei anderen Decapoden (*Lucifer*, *Sergestes*) ebenfalls im Basalgliede der inneren Fühler ein rings geschlossenes und mit einem einfachen, grösseren Otolithen versehenes Bläschen entdeckt wurde, welches nach der Analogie mit anderen Thieren eher den an ein Gehörorgan zu stellenden Anforderungen entsprach. Während beide Bildungen in ihrem Sitz, nicht in ihrer spezielleren Einrichtung mit einander harmonirten, stimmte mit der letzterwähnten ein von Frey und Leuckart bei *Mysis*

entdecktes Organ überein, welches seinerseits wieder durch die Lage auffallend abwich, indem es sich nicht an einem Theil des Kopfes, sondern an der Schwanzflosse des genannten Thieres vorfand. Dass letzterer Umstand gegen die formelle Uebereinstimmung nicht von besonderem Gewicht sei, konnte um so weniger zweifelhaft erscheinen, als nach den bereits vorausgegangenen Untersuchungen Joh. Müller's (1826) sich auch bei gewissen Insekten Organe vorgefunden hatten, welche, ohne dem Kopfe übertragen zu sein, in ihrer Bedeutung als Gehörwerkzeuge wohl kaum zu beanstanden waren. Dieselben sind unter den Orthopteren bei den Acridiern an den Seiten der Hinterleibsbasis, bei den Grylliden und Locustinen an der Basis der Vorderschienen angebracht und bestehen äusserlich aus einer, resp. zwei in einem soliden Rahmen der Chitinhaut gespannten durchsichtigen Membranen, an deren innerer, der Leibeshöhle zugewandten Seite sich ein besonderer Nerv mit eigenthümlich geformten Endigungen ausbreitet, welche aber gleichzeitig mit einer blasenförmigen Tracheen-Erweiterung in nahe Verbindung gebracht sind. Das besondere Verhalten des hier als *Nervus acusticus* bezeichneten Nerven besteht darin, dass aus einer von ihm gebildeten ganglienartigen Anschwellung sehr charakteristisch geformte, lichtbrechende Stifftchen hervorgehen, die sich als unmittelbare Fortsetzungen der Nervensubstanz zu erkennen geben.

Stellt man diese bisher zur Kenntniss gekommenen Gehörorgane mit einander in Vergleich, so ersieht man leicht, dass sie abgesehen von ihren Verschiedenheiten in Sitz und Grösse einer gemeinsamen Grundidee nicht entbehren und dass die Abweichungen, welche sie im Einzelnen darbieten, zunächst durch das Element, in welchem sie zu fungiren bestimmt sind, bedingt erscheinen. Bei den im Wasser lebenden Krebsen in ähnlicher Weise wie bei den Mollusken und den auf der niedrigsten Stufe der Entwicklung stehenden Wirbelthieren in einfachster Weise hergestellt, complicirt sich das Organ bei den luftathmenden Insecten durch eine mit der Aussenwelt communicirende Membran, welche gleich dem Tympanum der Säuger und Vögel durch Schallwellen in Schwingungen versetzt werden kann und letztere entweder durch die hinter ihr liegende Tracheen-Anschwellung oder durch die in dem Organ befindliche Flüssigkeit auf die Nerven-Elemente zu übertragen geeignet ist. Aber gerade in Rücksicht auf die verhältnissmässig hohe Ausbildung, in welcher uns dieses Organ bei den Orthopteren entgegentritt, muss es um so mehr auffallen, dass sich ein solches bei der grossen Mehrzahl der Arthropoden selbst den eifrigsten Nachforschungen bis jetzt ganz entzogen hat, obwohl die tägliche Erfahrung darauf hinzuweisen scheint, dass eine Schallempfindung den hier in Betracht kommenden Thieren keineswegs abgeht. Es wäre immerhin denkbar, dass denselben spezifische für die Perception der Schallwellen bestellte Organe abgingen und dass eine derartige Thätigkeit einem anderen Organsysteme nebenbei übertragen sei: andererseits bliebe aber auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sich solche spezifischen Gehörorgane in mikroskopischen Bildungen nachweisen liessen. In der

That liegen auch bereits nach beiden Richtungen hin Vermuthungen und Andeutungen vor. Für die luftathmenden Arthropoden hat man besonders die Athmungswerkzeuge, da sie einerseits den ganzen Körper nach allen Richtungen hin durchziehen, andererseits mit dem umgebenden Medium in direkte Kommunikation gesetzt sind, für gleichzeitige Gehörorgane in Anspruch nehmen wollen und es ist nicht zu leugnen, dass für eine solche accessorische Thätigkeit derselben immerhin Wahrscheinlichkeitsgründe geltend gemacht werden könnten. Andererseits hat es Leydig versucht, gewisse mikroskopische Nervenbildungen, wie sie sich in den Halteren der Dipteren und in der Costa der Hinterflügel mancher Käfer vorfinden, in Verbindung mit eigenthümlichen Strukturverhältnissen der sie umhüllenden Chitindecke auf Gehörorgane zu deuten. Der Umstand, dass auch hier ein besonderer Nervenstamm existirt, aus dessen gangliöser Anschwellung Nervelemente mit den oben erwähnten lichtbrechenden Stiften hervorgehen, lässt es allerdings nicht zweifelhaft erscheinen, dass es sich hier gleichfalls um ein Sinnesorgan handelt, dessen percipirender Theil mit dem Gehörnerven sogar die angenscheinlichste Uebereinstimmung zeigt; ob dasselbe jedoch als Gehörorgan in Anspruch genommen werden kann, möchte sowohl nach seiner Lage (wenigstens bei den Coleopteren) als nach der Abwesenheit eines Tympanum mindestens gerechten Bedenken unterliegen.

c) Dass auch der Geruchssinn den Arthropoden nicht abgehe, war wenigstens für die ihrer ganzen Organisation und Lebensweise nach mit der atmosphärischen Luft in so inniger Beziehung stehenden Hexapoden schon den ältern Beobachtern, wie Réaumur, Rösel u. A. durchaus nicht zweifelhaft und bereits ihnen erschienen die Fühlhörner als diejenigen Organe, welche neben dem ihnen unzweifelhaft innewohnenden Tastsinne auch die Geruchsempfindung zu vermitteln am meisten geeignet seien. Diese bis dahin übrigens nicht erwiesene Annahme erhielt zuerst ein Stütze durch eine Reihe von Versuchen, welche Lefebvre mit lebenden Insekten anstellte. Derselbe*) beobachtete nämlich, dass Bienen und Wespen, deren Kopfe scharfriechende Substanzen, wie Aether, auf einer Nadel gezähert wurden, sofort mit den Fühlern unruhige und gegen den vorgehaltenen Gegenstand hin gerichtete Bewegungen ausführten, während dies weder bei geruchlosen Objekten, noch dann der Fall war, wenn die riechende Substanz den hintern Körpertheilen zugeführt, besonders auch in die unmittelbarste Nähe der Athmungsstigmen gebracht wurde. Dass nach diesen Resultaten die Fühler dem Geruche dienten, konnte für Lefebvre um so weniger zweifelhaft sein, als weitere Experimente zeigten, dass ihre Funktion in der angegebenen Richtung nach beigebrachten Verletzungen, wie z. B. nach Abtragung der Spitze sofort sistirt werde. Trotzdem machte sich fast gleichzeitig besonders durch Goureaux und Newport, welch' letzterer die Lefebvre'schen Beobachtungen in ihrer Richtigkeit bestritt, vorwiegend die Ansicht geltend, wonach in den

*) *Note sur le sentiment olfactif des antennes (Annales d. l. soc. entomol. de France VII., 1832. p. 395 ff. — Annales d. scienc. natur. 2. sér. IX. p. 191).*

Fühlern das Gehörorgan zu suchen sei: eine Meinung, welcher zuerst auch Erichson beipflichtete, welche er aber aufgab, als er bei dem Versuche, die sich gegenüberstehenden Ansichten auf dem Wege der mikroskopischen Untersuchung des Organes einer Lösung entgegenzuführen, eigenthümliche und nach seiner Meinung eher auf ein Geruchsorgan hinweisende Strukturverhältnisse nachweisen konnte. Dieselben bestanden in einer — übrigens bereits früher von Dugès an den Fühlhörner verschiedener Insekten aufgefundenen — Porenbildung, welche sich in besonders ausgezeichneter Weise an den blattartig erweiterten Gliedern der Fühlerkeule von *Melolontha* darstellte und hier in einer dichten siebartigen Durchlöcherung der gesammten Chitindecken bestand. Obwohl den späteren Darstellungen von Braxton Hicks und Lespès gegenüber, welche in diesen Bildungen abermals Gehörorgane erkannt zu haben glaubten, die selbst mit häutigen Säckchen, Nervenverzweigungen und Otolithen (Lespès) versehen sein sollten, von Leydig und Claparède der Nachweis geführt wurde, dass es sich dabei nur um eigenthümlich geformte Porenkanäle, wie sie in geringerer Grösse der Chitindecke des Arthropodenkörpers sehr allgemein zukommen, handele, hat man in neuerer Zeit sich doch ziemlich allgemein zu der Ansicht vereinigt, dieselben hauptsächlich in Rücksicht auf ihren Sitz an den Fühlhörnern als Substrat eines Sinnes anzusehen. Die Frage, um welchen Sinn es sich dabei handele, musste durch Exklusion zu dem Resultate führen, dass hier nur eine Wahl zwischen dem Gefühls- und dem Geruchsorgan übrig blieb und dass die Struktur offenbar vorwiegend zu Gunsten des letzteren entschied.

Wenn nun gleich das weit verbreitete Vorkommen dieser Porenbildung es in Verbindung mit den von Lefebvre bei seinen Versuchen erzielten Resultaten in hohem Grade wahrscheinlich macht, dass in den Fühlhörnern der Arthropoden das Geruchsorgan zu suchen sei, so ist die Frage mit dem Nachweis der bezeichneten Struktur begreiflicher Weise noch keineswegs als erledigt zu betrachten. Hierzu mangelt bis jetzt in erster Linie noch die Darlegung von der Anwesenheit eines spezifischen Sinnesnerven, welcher sich an jene Poren in ähnlicher Weise verzweigt, wie es bei den übrigen Sinnesorganen der Fall ist. Was aber an jener Porenbildung der Fühlhörner dermalen den Nachforschungen entgangen ist, davon ist der Nachweis bereits an anderen den Fühlern eigenthümlichen Gebilden bereits geglückt. Es sind nämlich von Leydig bei den verschiedensten Arthropoden neben den starren Wimper- und Borstenhaaren, mit welchen die Fühler sowohl als die Taster sehr allgemein bekleidet sind, in geringerer Anzahl zart contourirte, theils kürzere, theils längere, cylindrische und häufig stumpf endigende Fortsätze der Chitinhaut aufgefunden worden, welche sich durch die Aufnahme eines vor seinem Eintritt zu einem Ganglion anschwellenden Nervenastes auszeichnen und sich also in doppelter Beziehung als Sinnesorgane dokumentiren. In wie weit diese besonders an den Fühlern verschiedener Crustaceen und Myriopoden beobachteten Gebilde die von Leydig gebrauchte Bezeichnung als „Geruchszapfen“

verdienen, ist freilich noch näher zu begründen, da sie ihrer Form und Stellung nach immerhin auch Tastorgane darstellen könnten. Jedenfalls scheint die ihnen gegebene Deutung aber immer noch mehr für sich zu haben als eine dem Basalglied der äusseren Fühler zukommende Bildung, welche man als das Geruchsorgan der Decapoden angesprochen hat und deren an einem andern Orte spezieller Erwähnung geschehen wird.

d) Der allgemeine Gefühls- oder Tastsinn ist den Arthropoden wahrscheinlich in ebenso ausgedehnter Weise eigen, wie den mit nachgiebiger, der Hornbildungen entbehrender Haut versehenen Wirbel- und Weichthieren; doch scheint derselbe der Chitinhaut selbst nur dann übertragen zu sein, wenn diese eine geringe Widerstandsfähigkeit besitzt, während er sonst durch besondere zu der Kategorie der Anhangsgebilde gehörende „Tasthaare“ vermittelt wird. Dergleichen Tasthaare oder Tastborsten finden sich nach Leydig's Untersuchungen ganz besonders an denjenigen Theilen der Arthropoden-Gliedmaassen, welche, wie die Fusssohle des Tarsus, die Endglieder der Taster und gewisse Parteen der Fühlhörner beim lebenden und sich bewegenden Thiere in häufigen unmittelbaren Contact mit der Aussenwelt treten. Gleich den „Geruchszapfen“ unterscheiden sich auch diese „Tastborsten“ von den übrigen der Chitinhaut aufsitzenden Haargebilden häufig durch zartere Struktur und abweichende Gestaltung, indem sie z. B. nicht selten feine Fiederhaare erkennen lassen — ganz besonders aber dadurch, dass sie gleichfalls eine Nervenendigung aufnehmen, welche aus einer gangliösen Anschwellung hervorgeht. An den Fühlern und Tastern, wo dieselben übrigens sehr viel vereinzelter als an den Endgliedern der Beine vorkommen scheinen, finden sie sich zuweilen gleichzeitig mit den „Geruchszapfen“ und oft in ihrer unmittelbaren Nähe vor.

7. Ernährungsorgane.

Die verschiedenen, in enger Beziehung zu einander stehenden Thätigkeiten der Ernährung sind bei den Arthropoden besonderen Organen übertragen, welche 1) die Aufnahme und Verdauung der von aussen zugeführten Nahrung (Verdauungsorgane), 2) die Vertheilung der durch diese zur Erhaltung und zum Wachsthum des Körpers assimilirten Stoffe (Kreislauforgane), 3) die Erneuerung der bei dieser Vertheilung an den Körper abgegebenen und von ihm verbrauchten Bestandtheile (Athmungsorgane) und 4) die Ausscheidung der für ihn nicht weiter verwendbaren Stoffe (Excretionsorgane) zu bewirken haben. Nur bei den am niedrigsten organisirten, meist zugleich sehr kleinen Formen kann unter Umständen das eine oder andere dieser Organsysteme fehlen und durch eines der übrigen ersetzt werden. So wird z. B. die Exkretionsthätigkeit in gewissen Fällen von den Verdauungsorganen mit übernommen und die Respiration beim Mangel spezifischer Athmungsorgane auf das gesammte, in diesem Falle meist sehr zarte Körperintegument übertragen, ein Vorkommen, welches sich wenigstens bei den im Wasser lebenden kleinsten

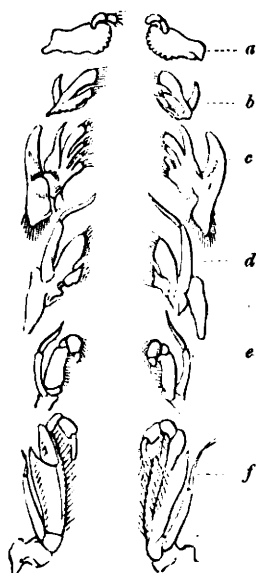
Arthropoden öfter zu wiederholen scheint. Betrachten wir von diesem Organsystem zunächst

A. Die Verdauungsorgane, so finden wir dieselben stets in Form eines gegen die Leibeshöhle hin abgeschlossenen und dieselbe von vorn nach hinten durchziehenden Darmrohres vor, welches an den beiden entgegengesetzten Enden des Körpers nach aussen mündet und, wenn es gleich nicht selten als einfacher, ungegliederter Schlauch in gerader Richtung den Körper durchsetzt, bei allen höher organisirten Arthropoden gewöhnlich verschiedene Ausstülpungen in Form von absondernden Organen (Drüsen) erkennen lässt, nicht selten auch sich in mehrfachen Windungen aneinanderlegt. Dasselbe verbindet demnach auf direktem oder indirektem Wege den am vorderen Ende gelegenen Mund mit dem das hintere einnehmenden After, welche beide mit einer annähernd terminalen zugleich eine ventrale Lage vereinigen. Uebrigens hebt das Darmrohr bei diesem seinem Verhalten zum Körper-Integument keineswegs die Continuität des Hautschlauches auf. Erscheint letzterer gleich auf den ersten Blick an beiden Enden durchbohrt, so ergibt sich bei näherer Betrachtung, dass seine Continuität auch hier dadurch aufrecht erhalten ist, dass sich die Chitinlage in das Lumen des Darmes durch Einstülpung fortsetzt, indem sie seine Innenwand als „Cuticula“ bekleidet.

1) Die Mundöffnung, welche bei selbstständigem Kopf auf diesen übertragen, in anderen Fällen dem vordersten grösseren Körperabschnitt (Cephalothorax) überwiesen ist, kann ebensowohl vollständig terminal, wie bei den acephalen Dipteren-Larven, als auch in sehr ausgeprägter Weise auf die Bauchseite gerückt sein. Im letzteren Fall kann sie sich, wie z. B. bei den Decapoden, Siphonostomen u. A. sogar nicht unbeträchtlich von dem vorderen Körperende entfernen, was dann aber stets nur dadurch bewirkt wird, dass der sogenannte Vorder- oder sinnestrage Kopf über dieselbe hinweg sich nach vorn verlängert. Ganz allgemein ist diese Mundöffnung von Organen umgeben, denen die Zuführung und Zerkleinerung der in das Darmrohr einzubringenden Nahrung obliegt und welche dem grösseren Theile nach der Kategorie der durch das Hautskelet gebildeten Gliedmaassen angehören, in allen Fällen sich aber als Theile des Körper-Integuments zu erkennen geben. Zu diesen als Mundtheile oder Mundwerkzeuge (*Partes oris s. Instrumenta cibaria*) bezeichneten Organen, auf welche, so weit sie paarig sind, bereits oben (S. 44 f.) im Allgemeinen eingegangen worden ist, gehört in funktioneller Beziehung auch eine vordere unpaare Ausstülpung der Chitinhaut, welche als Oberlippe (*Labrum*) die Mundöffnung von oben her bedeckt und abgränzt, besonders aber bei der Bildung eines Saugrüssels als integrierender Theil desselben auftritt und hier zu besonderer Entwicklung gelangt. Zu beiden Seiten und nach hinten wird sodann die Mundöffnung durch mehrere auf einander folgende Kieferpaare umlagert, welche in Zahl und gegenseitigem Verhalten mannigfachen Schwankungen unterliegen. In letzterer Beziehung ist besonders zu erwähnen, dass sehr häufig das eine oder andere der

auf die eigentlichen Kaukiefer (*Mandibulae*) folgenden Unterkieferpaare in der Mitte verwächst und auf diese Weise als Unterlippe (*Labium*) der Mundöffnung nach hinten einen gleichen Abschluss giebt, wie es bei der Oberlippe nach vorn der Fall ist. Ein solcher Verschluss ergibt sich durchweg da als nothwendig, wo sich ein Kopf als selbständiger Körpertheil von den folgenden Segmenten absondert (*Insecta*, *Isopoda* u. A.), tritt jedoch unter Umständen auch dann ein, wenn bei einer Continuität der vorderen Körperringe die hinter dem Munde liegenden Gliedmaassen sich weiter von der Mittellinie entfernen (Arachniden, Siphonostomen). Dagegen fehlt eine mediane Verwachsung der Unterkiefer bei dichtem Anschluss mehrerer sich gegenseitig berührender und deckender Gliedmaassenpaare, wie sie z. B. bei den Decapoden als Kieferfüsse (*Pedes maxillares*) auftreten und als solche sich an der Zuführung von Nahrung betheiligen.

Fig. 6.

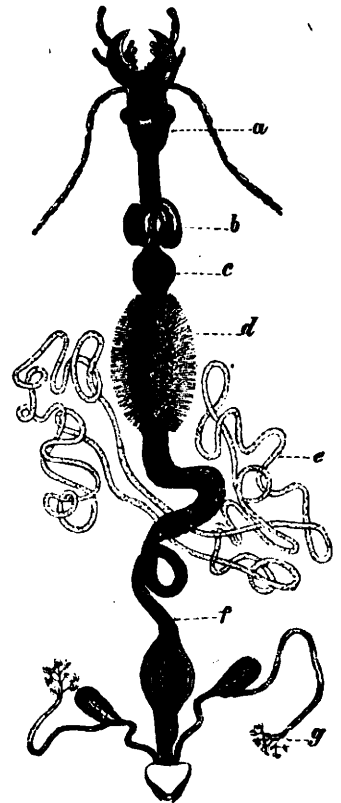


Mundtheile des Flusskrebse
(*Astacus fluviatilis*). a Mandibula. b Maxilla 1. c Maxilla 2.
d—f Pes maxillaris 1.—3

2) Der Darmkanal selbst zeigt je nach den Classen und Ordnungen der Arthropoden die mannigfaltigsten und wesentlichsten Differenzen, welche theils auf die höhere oder niedere Stufe der Gesamtorganisation zurückzuführen, theils durch die ganze Lebensweise so wie durch die Art und Beschaffenheit der Nahrung bedingt sind. Der Einfluss der letzteren macht sich zunächst in den auffallenden Schwankungen geltend, welchen die relative Länge des Darmrohres unterworfen ist. Dieselbe ist fast durchgängig eine sehr viel beträchtlichere bei vegetativer als bei animaler Kost, vorausgesetzt, dass der Körperbau im Ganzen überhaupt eine ansehnliche Längsausdehnung des Darmes, welche stets ein Zusammenlegen desselben in Windungen mit sich führen muss, zulässt. In letzterer Beziehung ergibt es sich als ein ziemlich durchgreifendes Gesetz, dass bei lang gestrecktem, linearem Körper der Darmkanal in gerader Linie vom Munde zum After verläuft und dass einem in vielfache Schlingen zusammengelegten, die Körperlänge um das Doppelte und Dreifache übertreffenden Darmschlauch stets ein mehr massiger, in die Quere entwickelter Bau entspricht, wenn letzterer andererseits auch nicht in jedem Fall mit Sicherheit auf einen besonders in die Länge entwickelten ersteren schliessen lässt. In Fällen übrigens, wo bei vegetativer Nahrung eine ansehnliche Länge des Darmes durch den Körperbau abgeschnitten wird, scheint sehr häufig eine Compensation durch desto beträchtlichere Weite einzutreten (Insekten-Larven) und diese zugleich an die Aufnahme bedeutender Quantitäten von Nahrungsstoffen gebunden zu sein. In noch weit höherem Grade als für die Länge ist die Art der Nahrung für die Form des Darmrohres bestimmend, ob sich das

selbe nämlich in seinem ganzen Verlauf als einfacher, gleichmässiger, keinerlei Gliederungen und Abschnitte erkennen lassender Schlauch darstellt oder ob es sich formell sowohl als funktionell differenzirt. Die erstere Bildung ist vorwiegend den Pflanzenfressern eigen, während sich eine Absonderung mehrerer deutlich abgegränzter Theile zumeist an die von animalen Stoffen lebenden Formen bindet. Letztere tritt in einfacher Weise, z. B. bei vielen Crustaceen derart auf, dass sich zunächst nur die mittlere Partie des Darmrohres zu einem Magen sackartig erweitert, während die vordere sowohl als die hintere als Oesophagus und Intestinum die dünnere Schlauchform beibehalten. Eine weitere Complication wird sodann dadurch bewirkt, dass sich jeder dieser drei Abschnitte abermals zur Uebernahme specieller Funktionen formell gliedert. So erweitert sich nicht selten der Oesophagus vor seiner Einmündung in den Magen zu einer ballonförmigen Auftreibung, welche z. B. bei *Locusta*, *Gryllus*, *Carabus*, *Dyticus* u. A. als Kropf (*Ingluvies*), bei *Apis*, *Vespa* als Honigmagen bezeichnet worden ist und welcher man bei den Dipteren und Lepidopteren, wo sie durch einen langen und dünnen Canal mit dem Oesophagus in Verbindung gesetzt ist und zur Seite des Verdauungsmagens liegt, mit Unrecht die Bezeichnung als Saugmagen verliehen hat. In ähnlicher Weise tritt bei vielen Raubinsekten der Magen in einen vorderen, stark muskulösen, kugligen und innerhalb mit chitinisirten Reibeapparaten ausgestatteten Vor- oder Kaugagen (*Proventriculus*) und in einen sehr viel grösseren, mehr dünnwandigen, zuweilen mit blinddarmförmigen Zotten besetzten, hinteren Chylusmagen gesondert auf: wie sich denn schliesslich auch am eigentlichen Intestinum durch Abschnürungen und weiteres oder engeres Lumen besondere Abschnitte als Dünn-, Dick- und Mastdarm von einander abzusetzen pflegen. Alle diese einzelnen Abschnitte können sich nun ebensowohl gleichzeitig neben einander ausgebildet finden, wie dies z. B. bei den besonders hoch organisirten Raubkäfern der Fall ist, als dass der eine oder andere Theil seine einfachere Entwicklung beibehält. Dies ist z. B. in besonders auffallender Weise bei den Hemipteren der Fall, deren Intestinum verhältnissmässig

Fig. 7.



Darmkanal eines Raubkäfers (*Carabus*).
 a Kopf. b *Ingluvies*. c *Proventriculus*.
 d *Ventriculus*, mit drüsigen Blinddärmen
 besetzt. e *Vasa Malpighi*. f *Intestinum*.
 g *Glandulae anales*.

sehr kurz und im Vergleich mit dem sehr complicirten und vielfach gegliederten Magen in der einfachsten Weise angelegt ist. Ebenso tritt in der Classe der Arachniden der eigentliche Darm gegen den Magen in seiner Entwicklung auffallend zurück, nur dass sich letzterer hier nicht der Länge, sondern der Quere nach vervielfacht; eine grössere Ausdehnung seiner verdauenden Wandungen wird nämlich hier dadurch bewirkt, dass die beiden Seiten desselben blindsackartige Ausstülpungen absenden, welche in ihrer Zahl mit derjenigen der Gliedmaassen correspondiren und sich in gewissen Fällen (Pycnogoniden) selbst tief in das Innere dieser hinein erstrecken.

Grössere Uebereinstimmungen zeigt das Darmrohr der Arthropoden in seiner histiologischen Zusammensetzung. Das eigentliche Gerüst desselben wird stets durch eine als Tunica propria zu bezeichnende homogene Bindegewebsmembran gebildet, welcher sich nach aussen eine aus Längs- und Querbündeln bestehende Muskellage anschliesst, während sie auf der Innenseite durch eine Chitinlage (Cuticula) ausgekleidet erscheint. Die Zusammensetzung des Darmschlauches kann sich aber noch dadurch compliciren, dass eine mit der Tunica propria in Continuität stehende dünnere Bindegewebslage sich zugleich als äussere Darmbekleidung über die Muskellage hinüberzieht und dass zwischen der Tunica propria und der Cuticula eine aus polygonalen, gekernten Zellen bestehende Epithellage zur Ausbildung gelangt, welche sich dann jedoch nur auf bestimmte Theile des Darmes beschränkt und z. B. dem Oesophagus und Mastdarm ganz allgemein abzugehen scheint. Während ferner die mittlere Bindegewebsmembran sich über die ganze Länge des Darmes hin gleich verhält, gehen die Muskellage sowohl als die Cuticula an bestimmten Stellen je nach Bedarf namhafte Modificationen in Betreff ihrer Mächtigkeit ein. Besonders ist es der Proventriculus der Raubinsekten, an welchem beide zu einer besonderen Entwicklung gelangen und wo beide sich in ihrer Ausbildung gegenseitig bedingen. Hier erhebt sich nämlich die in den übrigen Theilen des Darmschlauches bis zur Durchsichtigkeit zarte Cuticula zu stark verdickten und erhärteten Reibplatten, welche mit Höckern, Stacheln, Borstenhaaren und dgl. besetzt, eine Zerkleinerung der Nahrung zu bewirken haben und zu diesem Zweck von einer gleichfalls massigen Muskellage in Thätigkeit gesetzt werden. Aehnliche, aber noch in grösserer Selbstständigkeit auftretende Chitinbildungen zeigen sich ferner in dem Magen vieler Crustaceen, wo sie besonders bei den Decapoden unter dem Namen des „Magengerüstes“ bekannt sind.

3) Als **a b s o n d e r n d e** Drüsen, welche zu dem Darmkanal in näherer funktioneller Beziehung stehen, treten bei den Arthropoden einerseits Speicheldrüsen, welche ihr Sekret in den vordersten, als Schlund bezeichneten Theil des Oesophagus ergiessen, andererseits solche die Verdauung befördernde Drüsen auf, deren Einmündung in die weiter nach hinten gelegenen Theile des *Tractus intestinalis* (Magen, Darm) erfolgt und welche ebensowohl sich als integrirende Theile der Darmwand wie

als selbstständige, mit dieser durch Ausführungsgänge communicirende Organe darstellen können.

a) Die Speicheldrüsen (*Glandulae salivales*), welche den Crustaceen durchweg zu fehlen scheinen, den übrigen Arthropoden-Classen aber sehr allgemein zukommen, sind zu einem oder mehreren Paaren vorhanden und stets zu beiden Seiten des Oesophagus gelegen. Indem sie sich bald auf den Kopf beschränken (*Apis*), bald bis in den Brustkasten (*Orthoptera*) oder selbst weit in die Leibeshöhle (Lepidopteren-Larven) hineinragen, gehen sie die mannigfachsten Modificationen in ihrer Längsausdehnung ein. In ihrer einfachsten Form stellen sie jederseits einen einfachen, cylindrischen Schlauch dar, welcher sich unmittelbar in den die Abführung des Speichels vermittelnden Ausführungsgang fortsetzt und sich von diesem nur durch seine histologische Struktur, nicht selten auch durch beträchtlicheren Querdurchmesser unterscheidet. Während dieser Ausführungsgang sich der Hauptsache nach überall gleich verhält, kann die Drüse sich in verschiedener Weise compliciren. An Stelle des Einzelschlaches kann eine geringere oder grössere Anzahl solcher auftreten, von denen sich jeder abermals mehrfach verästeln kann; gewöhnlich münden dann diese Schläuche in Form eines Büschels neben oder nahe an einander in das hintere Ende des Ausführungsganges ein. Ferner kann die Gestalt des Drüsenschlauches dadurch verändert werden, dass die in demselben enthaltenen Drüsenzellen sich gruppenweise zu kleinen blasenförmigen Divertikeln vereinigen, welche dem Organe sodann das Ansehen einer Traube verleihen und dieses um so complicirter erscheinen lassen, wenn der Drüsenschlauch selbst nebenbei die eben erwähnte Theilung oder Verästelung eingeht. Uebrigens finden sich dergleichen aus zahlreichen Acinis bestehende Speicheldrüsen nicht selten gleichzeitig mit einfach schlauchförmigen vor und es mag mit der verschiedenen Form in vielen Fällen auch eine verschiedene Beschaffenheit des Sekretes verbunden sein; mit vollständiger Sicherheit ist dies jedoch bisher nur von den Spinnndrüsen (*Sericteria*) vieler Insektenlarven bekannt, deren Produkt bekanntlich an der Luft zu einem Faden erstarrt, ohne dass die absondernden Organe sich in ihrer Struktur und Lage wesentlich von den Speicheldrüsen (im engeren Sinne) unterscheiden.

Der von den Drüsen selbst abgesonderte Speichel wird in der Mehrzahl der Fälle direkt durch den Ausführungsgang in die Mundhöhle abgeführt, um daselbst den durch die Kiefer zerkleinerten Nahrungsstoffen beigemischt zu werden. Bei complicirterer Struktur und grösserem Umfang der Speicheldrüsen findet sich aber häufig noch ein sackartiger Behälter (*Receptaculum*) vor, in welchem sich zunächst der Speichel ansammeln kann, um aus diesem dann erst indirekt in den Schlund ergossen zu werden.

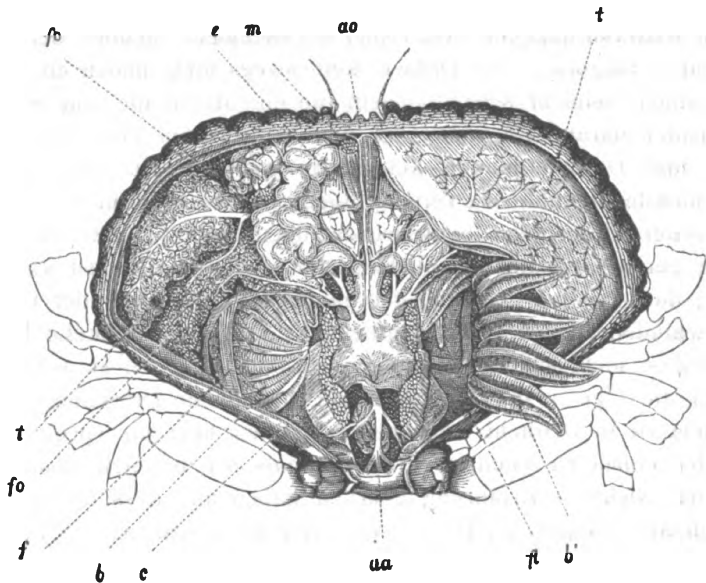
Die Speicheldrüsen der Arthropoden gehören ihrer Struktur nach im Allgemeinen zu den zusammengesetzten oder mehrzelligen Drüsen. Der sie bildende Schlauch oder die sie zusammensetzenden Acini bestehen aus einer bindegewebigen Tunica propria, welcher nach innen eine einfache

Lage grosser, gekernter Zellen, die sich häufig in ihren Contouren gegenseitig abflachen, anliegt. Der innerhalb dieser Zellen befindliche Hohlraum ist dann wieder ganz nach Art des Darmrohres von einer Cuticula ausgekleidet, an welcher sich der Zahl der secernirenden Zellen entsprechend feine Porenöffnungen vorfinden; letztere, nicht selten durch eine sternförmige Contour ausgezeichnet, scheinen den Ausführungsgang der sogenannten einzelligen Drüsen zu ersetzen, wie sie in allgemeinerer Verbreitung bei Würmern und Mollusken vorkommen, aber auch den Arthropoden nicht ganz abgehen. Wenigstens findet sich nach Leydig's Untersuchungen an der oberen Speicheldrüse der Honigbiene (*Apis mellifica*) eine Struktur, welche sich den einzelligen Drüsen der genannten Thierkreise auf das Engste anschliesst. Es zeigen sich hier nämlich gesonderte Gruppen gekernter ovaler Zellen, welche zwar von einer gemeinsamen Tunica propria umhüllt, im Uebrigen aber vollkommen selbstständig geblieben sind, indem jede derselben durch einen eigenen, sehr feinen, dabei aber deutlich chitinisirten Canal mit dem gemeinsamen Ausführungsgang communicirt.

b) Spezifische die Verdauung vermittelnde Drüsen finden sich bei den Arthropoden einerseits mit dem Magen, andererseits mit dem Darne communicirend vor, so dass man versucht sein könnte, erstere mit den einen Magensaft secernirenden Drüsen der Wirbelthiere zu parallelisieren, in letzteren dagegen eine Leber anzunehmen. Jedoch der Umstand, dass beide Categorien von Drüsen keineswegs stets neben einander vorhanden sind, vielmehr sehr allgemein die eine durch die andere vertreten wird, deutet darauf hin, dass bei den Arthropoden eine Sonderung in Magen- und Darmverdauung keineswegs zur Durchführung gelangt ist oder es müssten denn die sie vermittelnden Strukturverhältnisse sich unseren Nachforschungen bis jetzt theilweise entzogen haben. Letzteres hat jedenfalls die geringere Wahrscheinlichkeit für sich: denn es ist kaum anzunehmen, dass die bei den höchst organisirten Ordnungen der Crustaceen und Arachniden zu einem beträchtlichen Umfange entwickelte Leber bei den Insekten nicht sollte aufgefunden worden sein, selbst wenn sie sich auch nur auf eine in der Darmwandung befindliche Drüsenlage reducirte. Ausserdem ist in Betracht zu ziehen, dass wir über die speciellen Funktionen der einzelnen Theile des Darmkanals bei den Arthropoden bisher so gut wie Nichts in Erfahrung gebracht haben und dass die Bezeichnung derselben als „Magen“, „Darm“ eine rein willkürliche, nur auf äussere Form-Analogieen begründete ist, mithin der bei den Insekten als *Ventriculus chylicus* bezeichnete Abschnitt immerhin bereits als Intestinum fungiren könnte. Es muss daher nach dem dermaligen Standpunkt unserer Kenntnisse eine Sonderung in verschiedene die Verdauung vermittelnde Drüsensysteme aufgegeben und vorläufig alle in den Darmkanal ausmündenden Drüsen ohne Rücksicht auf den Ort, wo dieses geschieht und soweit sie nicht als Excretionsorgane nachgewiesen worden sind, unter einer und derselben Kategorie betrachtet werden. Nach dieser Anschauungs-

weise würden sich dieselben in ihrer einfachsten Form bei der Mehrzahl der Insekten so wie bei den niederen Formen der Crustaceen und Arachniden vorfinden, wo sie sich auf eine einfache Lage absondernder Zellen an der Innenseite der Darm-Intima reduciren und in dieser Gestalt sich sehr allgemein noch über einen grösseren Theil des *Tractus intestinalis* erstrecken. Mehr lokalisiert und gleichzeitig formell bereits den Uebergang zu selbstständigen Organen vermittelnd treten sie sodann bei den höher organisierten carnivoren Formen unter den Insekten auf, indem sie sich hier auf das als *Ventriculus* bezeichnete, hinter dem Kaumagen folgende weitere Darmstück beschränken und sich bald (*Carabus*, *Dyticus*) in Form zahlreicher kleiner, an der Aussenfläche frei hervortretender, Darmzottenartiger Blinddärmchen, bald (*Blatta*, *Mantis*, *Gryllus*) als umfangreichere, aber nur in geringer Anzahl vorhandene Schläuche darstellen. Als unmittelbare Ausstülpungen des Darmkanals erweisen sie sich auch in dieser Form noch dadurch, dass ihre Aussenfläche von der *Tunica propria* des Intestinum gebildet wird und letztere in manchen Fällen selbst die *Muscularis* mit sich hervorstülpt, so dass sich die ganze Bildung als auf eine Vermehrung der secernirenden Drüsenfläche gerichtet herausstellt. Auch zwischen dieser Form der Verdauungsdrüsen, welche theils mit verschie-

Fig. 8.



Verdauungsorgane einer Krabbe, nach Wegnahme des Rückenschildes.
e Kaumagen. *fo fo* Leberorgane.

denen der höheren Thiere parallelisirt, theils überhaupt nicht speziell benannt worden sind, und den allgemein als „Leber“ bezeichneten complicirten Organen der Decapoden und höher organisierten Arachniden lassen sich die allmählichsten Uebergänge nachweisen, indem z. B. die den An-

phipoden und Isopoden zukommenden „Leberschläuche“, welche zu einem bis drei Paaren neben dem Intestinum herablaufen und sich hinter dem Proventriculus inseriren, sehr lebhaft an die bei den Orthopteren vorhandenen Blinddärme erinnern und sich im Grunde nur durch beträchtlichere Längsausdehnung unterscheiden. Was endlich die als eigentliche „Leber“ bezeichneten umfangreichen Organe der auf der höchsten Stufe der Ausbildung stehenden Crustaceen und Arachniden betrifft, so besteht ihr Unterschied von den eben erwähnten Leberschläuchen hauptsächlich darin, dass sich auch hier wieder die secernirende Drüsenfläche innerhalb des gegebenen gleichen Raumes nach Möglichkeit zu vervielfältigen bestrebt ist, indem sich der Einzelschlauch jeder Seite in eine grössere Anzahl neben einander liegender engerer Canäle spaltet. Auf diese Art wird entweder (*Decapoda*) zu jeder Seite des Darmes eine einzelne grosse büschelförmige Drüse, deren Ausführungsgang an derselben Stelle, hinter dem Kaumagen in das Intestinum einmündet, hergestellt, oder es gruppiren sich die zuweilen auch mannigfach verästelten Leberschläuche, wie es bei *Limulus*, *Scorpio*, *Mygale* u. A. der Fall ist, zu mehreren Leberlappen jederseits, welche dann auch mit einer geringeren oder grösseren Zahl von Ausführungsgängen an verschiedenen hintereinanderfolgenden Stellen des Darmes einmünden.

Lassen sich hiernach sämmtliche als „Leber“ oder sonstwie bezeichnete Verdauungsdrüsen der Arthropoden, gleichviel ob von einfacher oder complicirter Bildung, als unmittelbare, wenn auch spezifisch fungirende Ausstülpungen des Darmrohres nachweisen, so müssen sie auch gleich den Speicheldrüsen die histiologische Struktur jener der Hauptsache nach wiederholen. Ihr aus deutlich gekernten, mosaikartig aneinander gereihten Zellen bestehendes Drüsenstratum, welches nach aussen von der bindegewebigen Tunica propria umschlossen wird, zeigt eine der inneren Darmwand entsprechende Auskleidung durch eine zarte, durchscheinende Cuticula und selbst die Muscularis des Darmes kann auf der Aussenseite des Drüsenschlauches nach Leydig in Form von isolirten Ringmuskeln (z. B. bei *Gammarus*) wieder auftreten.

Als ein den Arthropoden eigenthümliches Gebilde, welches zu den Verdauungs- und Excretionsorganen in näherer, aber auch zu sämmtlichen übrigen inneren Organsystemen nicht ausser Beziehung steht, ist hier noch der sogenannte Fettkörper (*Corpus adiposum*) zu erwähnen. Vorzugsweise bei den eigentlichen Insekten zur Ausbildung gelangt, fehlt er doch den übrigen Arthropoden-Classen keineswegs, wenngleich er bei diesen nicht selten in modificirter Form auftritt. Man kann denselben nicht füglich als ein Organ im gewöhnlichen Sinne des Wortes bezeichnen, sondern muss ihn vielmehr als ein Multiplum histiologischer Einheiten ansehen, welche nicht selten auf der Stufe von blossem Bildungsmaterial stehen geblieben oder höchstens eine Vereinigung zu Gewebsbildungen von verschiedener Consistenz und Form eingegangen sind. Mit diesem Mangel

einer bestimmten Gestaltung scheint auch der ziemlich weit gezogene Kreis der ihm obliegenden, vorwiegend passiven Funktionen in Einklang zu stehen; indem er nämlich einerseits als Fixirungsapparat für die in der Leibeshöhle gelegenen Organe dient, ist er nach den neueren Untersuchungen Fabre's und Leydig's andererseits zugleich als ein Depot verschiedener theils noch zu assimilirender, theils bereits ausgeschiedener Stoffe zu betrachten. Erstere, welche die bei weitem verbreiteteren sind und als flüssiges Fett auftreten, haben dem ganzen Gebilde zuerst die Bezeichnung als „Fettkörper“ verschafft; sie sind indessen gleich letzteren nur Ablagerungen in die Substanz derselben, welche sowohl partiell als in manchen Fällen selbst total fehlen können.

Das eigentliche Substrat des *Corpus adiposum*, welches bald das Ansehen eines balkenartigen Geflechtes (*Ixodes*) hat, bald in Form eines lockeren, unregelmässig maschenförmigen Netzwerkes oder vielfach zerschnittener Blätter und Lappen auftritt, ist durchweg Bindegewebe. Dasselbe spannt sich in Gemeinschaft mit den zahlreichen Tracheen-Verzweigungen zwischen den Leibeswandungen und der Muskulatur einer- und den verschiedenen inneren Organen andererseits aus und verbindet ausserdem ganz allgemein die gegen einander gelagerten einzelnen Parteen der letzteren, um sie in bestimmten Richtungen zu fixiren. Letzteres wird in anderen Fällen auch dadurch bewirkt, dass ähnliche Stränge die Leibeshöhle in verschiedener Richtung durchsetzen, indem sie die gegenüberliegenden Körperwandungen als Ausgangspunkt benutzen, während es schliesslich auch nicht an Formen fehlt, bei welchen (z. B. Lepidopteren-Larven) sich das *Corpus adiposum* in zwei getrennte Straten sondert, von denen das eine als „subcutaner Fettkörper“ unmittelbar dem Körper-Integument anliegt, das andere dagegen die Leibeshöhle ausfüllt.

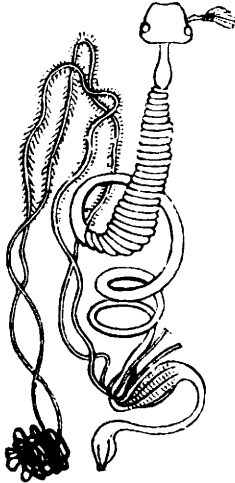
Im Allgemeinen gehört der Fettkörper dem netzförmigen Bindegewebe an, welches noch die ursprünglichen, hier strahlig ausgewachsenen, durch Ausläufer mit einander verschmolzenen und mit deutlichen Kernen versehenen Zellen erkennen lässt, doch giebt es auch Fälle (*Ixodes*) wo die Zellen zu röhrenförmigen Strängen verschmolzen sind, in denen dann jedoch wenigstens noch die Kerne persistiren. Es zeigt demnach der Fettkörper sowohl durch seine Beziehungen zu den Eingeweiden als seiner histologischen Struktur nach eine deutliche Uebereinstimmung mit den Mesenterien der Wirbelthiere, mit welchen er auch bereits von Malpighi verglichen worden ist und deren Funktion er sogar ausschliesslich übernehmen zu können scheint. Viel häufiger dienen dagegen seine primitiven Formelemente gleichzeitig zur Aufnahme von amorphem Bildungsmaterial, welches sich je nach Bedarf in grösserer oder geringerer Menge in den Zellen desselben anhäufen kann, um gelegentlich wieder aus denselben resorbirt und behufs der Erhaltung des Körpers, der Ausbildung oder des Wachstums bestimmter Organe verwandt werden zu können. Durch dieses aus flüssigem Fett bestehende Bildungsmaterial, welches bei Zerreissung der Zellwandungen in Form von kugligen Tröpfchen hervortritt, erhält

der **Fettkörper seine** meist gelbe, in manchen Fällen jedoch auch grünliche oder röthliche Färbung, mit welcher sehr häufig diejenige des Körpers selbst übereinstimmt und von welcher bei durchsichtigem Integument zuweilen letzterer ausschliesslich seine Färbung entlehnt (*Copepoda*). Neben diesem bei vielen Insekten während gewisser Entwicklungsperioden oft in erstaunlicher Menge angehäuften Fette enthält aber das *Corpus adiposum* mitunter noch andere Substanzen in seinen Zellen abgelagert. Zunächst hat Leydig bei verschiedenen Arthropoden (*Aeschna*, *Tipula*, *Tabanus*, *Scorpio*) krystallinische Bildungen einer eiweissartigen Substanz von der Gestalt kleiner Täfelchen mit abgestumpften Kanten vorgefunden, welche bei der Profilansicht ein spindelförmiges Ansehen zeigen und im Durchmesser zwischen $\frac{1}{350}$ — $\frac{1}{175}$ Lin. variiren. Sie scheinen bald in grösserer, bald in geringerer Menge und zwar in den verschiedensten Körpergegenden vorkommen zu können, ohne dass ihre Bedeutung bis jetzt näher ermittelt wäre. Sodann ist aber das zuerst von Fabre nachgewiesene Vorkommen von harnsauren Ablagerungen nach neueren speziell hierauf gerichteten Untersuchungen nicht nur in dem Fettkörper der eigentlichen Insekten, sondern nach Leydigs Erfahrungen auch in demjenigen der Myriopoden ein sehr allgemeines, während es bei den Crustaceen und Arachniden vorwiegend auf gewisse niedriger organisirte Formen beschränkt zu sein scheint. Bei gleichzeitiger Anfüllung des Fettkörpers mit Fett und Harnsäure macht sich letztere sogleich durch ihre rein weisse Färbung, welche sie einzelnen Zellen oder Zellengruppen mittheilt, kenntlich; die sie enthaltenden Partien erscheinen unter dem Mikroskop undurchsichtig und bei durchfallendem Lichte schwarz, ihr Inhalt im Gegensatz zu dem der Fettzellen körnig. Die Reaktion auf Salpetersäure lässt über die Natur des Contentums keinen Zweifel: ein Betupfen der weissgefärbten Zellen mit Acid. nitr. bringt ein Aufbrausen, die Erhitzung eine hochrothe Färbung (Murexid) hervor. Gleich dem Fette können nun auch diese Ablagerungen von Harnsäure in manchen Fällen mit zur Färbung des Körper-Integumentes beitragen und zwar sind es nach den neueren Untersuchungen Fabre's ganz besonders die im *Stratum subcutaneum* befindlichen, auf welchen bei manchen Insekten eine helle Färbung oder Fleckenzeichnung der äusseren Chitinhaut beruht.

B. Von Excretionsorganen haben eine allgemeinere Verbreitung unter den Arthropoden nur die zuerst von Marc. Malpighi (1669) an der Raupe des Seidenspinners aufgefundenen und nach ihm Vasa Malpighi benannten drüsigen Gebilde, wiewohl auch sie nicht durchweg vertreten sind, sondern ausser den Crustaceen auch den niederen Arachniden-Ordnungen abgehen. Ihre constante Einmündung in den Darmkanal und die Continuität ihrer Wandungen mit denjenigen des *Tractus intestinalis* lässt auch sie wieder als Ausstülpungen des letzteren in Form von blinddarmartigen Schläuchen erscheinen, welche übrigens in ihrer Zahl, Längsausdehnung, Ansatzstelle und in ihrem anderweitigen Verhalten die mannigfachsten Modificationen eingehen. Zunächst ist ihre Einmündungsstelle

in den Darm eine sehr wechselnde, indem sie sich bald vor, bald hinter der Mitte seiner Länge, in manchen Fällen selbst erst in das äusserste Ende desselben, nicht weit vor dem After (*Araneina*, *Chilopoda*, *Hemiptera*) einsenken. Die Annahme, dass diese ihre Insertion mit der Gränze spezifisch funktionirender Darmabschnitte, wie z. B. des Ventriculus und Intestinum zusammenfalle, wie sie wenigstens für die Classe der Insekten von den älteren Entomotomen geltend gemacht worden ist, muss so lange als eine willkührliche bezeichnet werden, als nicht eine bestimmte Einwirkung ihres Sekretes auf die Verdauung nachgewiesen worden ist. — Nicht geringeren Schwankungen ist auch die Zahl, in welcher die Vasa Malpighi nach den Classen, Ordnungen und Familien der Arthropoden auftreten, unterworfen, in Rücksicht hierauf jedoch zu bemerken, dass zwischen der Zahl und der Längsausdehnung der einzelnen Schläuche eine ziemlich allgemein durchgeführte Wechselbeziehung besteht. Wo sie

Fig. 8.



Darmkanal des Maikäfers (*Melolontha vulgaris*) mit den stellenweise gefiederten Vasa Malpighi. (Die der rechten Seite sind abgeschnitten.)

nämlich in geringer Anzahl, von einem bis zu drei Paaren auftreten, sind sie in der Regel von ansehnlicher Länge, so dass sie einen grösseren oder kleineren Theil des Darmes in mannigfachen Windungen begleiten und umstricken, in dieser Form sich auch nicht selten an ihrem freien Ende paarweise zu Schlingen vereinigen oder sich zum zweiten Male in die Wandungen des Darmes, ohne sie indessen zu durchbohren, einsenken. Finden sie sich dagegen in grosser Anzahl, wie es sehr allgemein bei den Orthopteren (*Gryllus*, *Locusta*, *Libellula*) und Hymenopteren (*Apis*, *Vespa*) der Fall ist, vor, so erscheinen sie verhältnissmässig kurz und stellen eine dichte, frei in der Leibeshöhle flottirende Quaste fadenförmig dünner Canälchen dar, welche sich nur ausnahmsweise (*Gryllootalpa*) vor ihrer Einmündung in den Darm zu einem gemeinsamen Ausführungsgang vereinigen, der Regel nach dagegen selbstständig, aber dicht bei einander sich in die Darmwandung einsenken. Ihre Form betreffend, so zeigen sich die Vasa Malpighi bei Insekten und Myriopoden ganz allgemein als einfache, ungetheilte, cylindrische, bald dickere, bald zartere Schläuche, welche sich zuweilen (Raupen) nur unmittelbar vor ihrer Einmündung in den Darm blasenartig erweitern, während unter den Arachniden (*Scorpio*, *Araneina*) mehr oder minder verästelte angetroffen werden; der Umstand, dass sie hier mit ihren Verästelungen die umfangreichen Lebermassen durchstricken, bringt es mit sich, dass sie besonders schwer zu isoliren und unversehrt darzustellen sind. Uebrigens werden beide Formen durch Uebergänge vermittelt: bei manchen Insekten (z. B. *Melolontha*, *Sphinx*) finden sich nämlich neben den einfach schlauchförmigen Canälen soge-

nannte gefiederte, welche sich auf eine längere Strecke hin beiderseits zu zahlreichen, kurzen, in Form von Kammzähnen dicht an einander gereihten Blinddärmchen ausstülpfen.

Die Färbung der Vasa Malpighi, welche zwischen braun, gelb und krideweiss schwankt und nicht selten bei einer und derselben Art während verschiedener Lebensperioden oder selbst gleichzeitig nach den einzelnen Canälen (*Gryllotalpa*, *Melolontha* u. A.) eine verschiedene ist, rührt von ihren Contentis, welche wenigstens theilweise Sekretionen der in ihnen enthaltenen Drüsenlage sind, her. Letztere liegt in gleicher Weise wie bei den Speicheldrüsen einer homogenen, bindegewebigen Tunica propria nach innen an und wird gegen das Lumen des Gefässes hin gewiss ebenfalls ganz allgemein von einer zarten, zuweilen streifigen Cuticula ausgekleidet, obwohl letztere bis jetzt nur in vereinzelt Fällen (*Phryganea*) mit Sicherheit erkannt worden ist. Die Zellen, welche jenes Drüsenstratum zusammensetzen, sind in seltneren Fällen (*Julus*) klein, so dass eine grössere Anzahl derselben die Peripherie des Canales einnimmt, sehr viel häufiger ausserordentlich gross und nur zu dreien bis vierten der Quere nach neben einander liegend; ja es kommen selbst Fälle vor, wo eine einzige Zelle die ganze Peripherie einnimmt und wo sie in Folge dessen, auf beiden Seiten der Längsachse alternirend gelegen, dem Einzelschlauche ein stark wellenförmig gebogenes oder selbst variköses Ansehen verleihen (*Coccus*). Die einzelnen Zellen sind durch grosse, blasige centrale Kerne, in welchen sich ein oder mehrere Kernkörperchen kenntlich machen, ausgezeichnet; sehr häufig zeigen die Kerne ein sternförmiges Ansehen, indem sie nach verschiedenen Seiten Ausläufer oder Verästelungen abgeben. — An den gefiederten Canälen von *Melolontha* hat Kölliker der Drüsen-schicht nach aussen aufliegend eine Lage feiner, quergestreifter Muskelfasern nachgewiesen.

Die Funktion der Vasa Malpighi ist lange Zeit hindurch ein Gegenstand der Controverse gewesen und selbst heut zu Tage noch keineswegs nach allen Seiten hin in's Klare gesetzt. Der Ansicht der ältesten Autoren wie Malpighi und Lyonet gegentüber, wonach diese Organe als „dünnere Seitendärmchen“ die Contenta des *Tractus intestinalis* in sich aufnehmen und dieselben dem Fettkörper und dem Blute zuführen sollten, einigte man sich zunächst dahin, in ihnen absondernde Organe zu erblicken, welche ihr Sekret vielmehr dem Darmkanale zuführten, um es durch diesen nach aussen zu entleeren. Nur war man darin verschiedener Meinung, ob dieses Sekret Galle oder Harn und ob die Organe selbst daher als Gallen- oder Harnorgane (*Vasa biliaria* oder *urinaria*) zu betrachten seien. Dass die Vasa Malpighi Gallenorgane seien, war hauptsächlich die Meinung Cuvier's, welche nach ihm auch von Posselt, Ramdohr, Treviranus, Dufour, C. G. Carus u. A. vertreten wurde. Sie stützte sich theils auf die den Leberorganen der Wirbelthiere analoge Einmündung jener Gefässe in den Darm und auf ihre Formähnlichkeit mit wirklichen Leberschläuchen, wie sie manchen Crustaceen (*Isopoda*)

zukommen, theils auf die ihnen wenigstens sehr häufig eigene gelbe oder bräunliche Färbung; auch glaubte man den bitteren Geschmack des in ihnen enthaltenen Sekretes zu Gunsten der Gallen-Natur geltend machen zu können. Eine gewichtigere Stütze für die entgegengesetzte, zuerst von Rengger aufgestellte Ansicht, die Vasa Malpighi als den Nieren der Wirbelthiere analoge „Harngefässe“ aufzufassen, wurde bald nachher durch den Nachweis geliefert, dass die von ihnen eingeschlossenen und, wie man annahm, durch sie secernirten Contenta neben phosphor- und kohlen-saurem Kalk in beträchtlicher Quantität harnsaures Ammonium enthielten. Dieses zuerst von Brugnatelli und Wurzer (1815—1818) durch die chemische Analyse für *Bombyx mori* gewonnene Resultat wurde später durch Chevreul und Audouin auch bei anderen Insekten verschiedener Ordnungen (*Melolontha*, *Lucanus*, *Polistes*) vollkommen bestätigt und hatte zur Folge, dass die Rengger'sche Ansicht zu allgemeinerer Geltung kam. Meckel sowohl als Joh. Müller nahmen jetzt die Vasa Malpighi als ausschliesslich oder wenigstens vorwiegend harnabsondernde Organe an und glaubten dies auch dadurch begründen zu können, dass sie bei gewissen Arthropoden (*Scorpio*, *Araneina*) neben eigentlichen Leberorganen vorkämen, während bei den eigentlichen Insekten wenigstens hin und wieder blinddarmartige Bildungen am *Tractus intestinalis* nachweisbar seien, welchen eine der Gallenabsonderung ähnliche Funktion mit Wahrscheinlichkeit zugeschrieben werden könne. Gegen ihre Natur als Gallenorgane spräche ausserdem die bereits von Rengger geltend gemachte sehr beträchtliche Schwankung ihrer Einmündung in den Darm, welche bald weiter nach vorn geschoben, bald dem Mastdarm genähert sei. — Trotzdem wurde weder durch diese Gründe noch durch den chemischen Nachweis von Harnsäure die frühere Auffassung der Vasa Malpighi als Gallengefässe vollständig beseitigt. Bereits Meckel, obwohl er sich vorwiegend zu Gunsten ihrer Funktion als Vasa urinaria aussprach, liess immerhin „bei dem engen Zusammenhang zwischen Gallen- und Harnabsonderungsorganen“ die Möglichkeit einer gleichzeitigen Gallensekretion in denselben zu und in neuester Zeit hat sogar Fabre die letztere als die spezifische Funktion der Vasa Malpighi, welche zwar häufig Harnsäure enthalten, dieselbe aber nach ihm nicht produciren, sondern nur ableiten sollen, zu rehabilitiren versucht. Eine andere Vermittelung der beiden sich gegenüberstehenden Ansichten haben Straus-Dürckheim (1828) und ganz übereinstimmend Leydig (1857) in der Weise herbeizuführen gemeint, dass sie wenigstens für gewisse Arthropoden den Nachweis von zweierlei neben einander bestehenden Formen Malpighi'scher Gefässe zu führen suchten, von denen die einen, welche z. B. bei *Melolontha* die oben erwähnte Fiederung und eine gelbe Färbung erkennen lassen, als Gallen-, die anderen von stärkerem Caliber und mit weissem Sekret gefüllt, als Harngefässe fungiren sollten. Zu einer derartigen Sonderung sah sich besonders Leydig um so mehr veranlasst, als sich ihm auch in der Form der jenen Gefässen eigenthümlichen Sekretionszellen

und in den von ihnen abgesonderten Produkten wesentliche Unterschiede herauszustellen schienen: in den weissen Gefässen wollte er stets grosse Concretionen, in den gelben dagegen nur einen körnigen Inhalt gefunden haben. Jedoch auch mit dieser Nachweise war die Streitfrage noch keineswegs einer Entscheidung entgegengeführt; denn einerseits ist die Sondernng der Vasa Malpighi in zweierlei schon äusserlich unterschiedene Kategorien nicht nur nicht eine allgemeine, sondern im Gegentheil zu den seltneren Vorkommnissen gehörend: andererseits ist durch Kölliker der Nachweis von der Unbeständigkeit der durch Leydig hervorgehobenen scheinbaren Differenzen geliefert worden. Weiter ausgedehnte Untersuchungen führten Kölliker zu dem Resultate, dass sich bei den zu einer bedeutenden Längsausdehnung entwickelten Vasa Malpighi der verschiedensten Insekten ganz allgemein ein Zusammenhang zwischen weiss und gelb gefärbten vorfinde und dass bei zahlreichen kurzen die Zahl der weissen und gelben durchaus variabel sei, so dass zuweilen selbst die einen oder die anderen ganz fehlen können. Ja es lässt sich nach ihm sogar, wenn man gewissen Insekten (*Melolontha*) die Nahrung entzieht, die weisse Färbung willkürlich erzeugen und andererseits auch in den gelben Gefässen unter Umständen das Vorkommen von Harnsedimenten nachweisen.

Der Widerspruch, in welchem diese auf verschiedene Methoden der Untersuchung basirten Ansichten der älteren wie neuesten Beobachter stehen, gewährt zum Mindesten die Ueberzeugung, dass eine Erledigung der Frage, um welche es sich hier handelt, keineswegs leicht zu bewerkstelligen und noch gegenwärtig weit davon entfernt ist, einen Abschluss gefunden zu haben. Die Wandelbarkeit, welche die Vasa Malpighi in ihrer Form, Länge, Zahl und Insertion am *Tractus intestinalis* erkennen lassen, könnte es von vorn herein fraglich erscheinen lassen, ob die bisher gleichmässig festgehaltene Meinung, in ihnen unter allen Verhältnissen gleich funktionirende Organe erkennen zu wollen, überhaupt zulässig sei — oder ob nicht vielmehr, was die gleich zu erwähnenden Beobachtungen Fabre's immerhin vermuthen lassen möchten, ihre Funktion einerseits bei verschiedenen Thierformen, andererseits aber selbst je nach dem Entwicklungsstadium eines und desselben Individuum eine verschiedene sein könnte. Es erscheint diese Frage keineswegs mtässig, wenn man bedenkt, wie wesentlich verändert die Funktionen des Darmkanals und seiner Anhänge z. B. bei einem Schmetterling im Gegensatz zu seiner Raupe oder zu der seine Ausbildung vermittelnden Puppe sein müssen, oder wenn man ferner in Erwägung zieht, wie schwer z. B. die Ansicht, wonach die Vasa Malpighi Gallengefässe sein sollen, mit ihrer zwischen der hinteren Grenze des Chylusmagens (*Carabus*) und dem Beginn des kurzen Mastdarms (Raupe der Schmetterlinge) schwankenden Insertion in Einklang zu bringen ist. Aber selbst angenommen, es funktionirten die Vasa Malpighi unter allen Umständen nur in einer und derselben bestimmten Richtung, so kann es nach den bisjetzt vorliegenden Erfahrungen offenbar keinem Zweifel unterliegen, dass bei der Frage: ob

Gallen- ob Harngefäße, eine (wenn auch nur vorläufige) Entscheidung nur nach der letzteren Seite hin zu treffen sein wird. Erwägt man dabei, dass die Topographie der genannten Organe das Urtheil über ihre Natur nur in suspenso zu erhalten geeignet ist, ihre histologische Struktur aber weder nach der einen, noch nach der anderen Seite hin einen Anschlag geben kann, so verbleibt als das einzige, einen reellen Anhalt gewährende Criterium die chemische Beschaffenheit ihrer Contenta. Diese sind nun aber bisher in keinem einzigen Fall als Galle oder als ein dieser analoges Sekret, von den verschiedensten Seiten dagegen als die wesentlichen Bestandtheile des Harns enthaltend nachgewiesen worden. Vereinzelt bis jetzt vorliegende Versuche, die Vasa Malpighi auf die Anwesenheit von Galle zu prüfen, haben sich im Gegensatz zu der leicht nachweisbaren Harnsäure als negative herausgestellt. So konnte z. B. Basch*), welcher den mit den Vasa Malpighi behafteten Darmkanal der *Blatta orientalis*, mit verdünnter Salpetersäure befeuchtet, der Luft aussetzte, nirgends das Auftreten einer grünen Färbung wahrnehmen, während dagegen eine von Brücke vorgenommene chemische Untersuchung der isolirten Malpighi'schen Gefäße desselben Thieres sofort die Anwesenheit einer beträchtlichen Menge von Harnsäure ergab.

Natürlich lässt die Anwesenheit der letzteren im Lumen jener Gefäße immer noch die Frage offen, ob sie auch in der That das Absonderungs-Produkt der in den Wänden der Vasa Malpighi vorhandenen Sekretionszellen sei: denn es wäre ja wohl denkbar und ist selbst nach den Untersuchungen Fabre's durchaus nicht unwahrscheinlich, dass diese Harnsäure nur temporär in den Schläuchen vorhanden und wenigstens zum Theil nur durch sie abgeführt wird. Indessen im Gegensatz zu der überhaupt noch nicht nachgewiesenen Galle liefert ihre Anwesenheit doch mindestens den Beweis, dass man es bei den Vasa Malpighi zunächst wenigstens mit harnführenden Gefäßen zu thun habe; übrigens kann es nach den Angaben, welche Leydig in Betreff der Uebereinstimmung der in den Sekretionszellen einer- und im Lumen der Gefäße andererseits vorhandenen Contenta macht, auch wohl kaum bezweifelt werden, dass wenigstens ein Theil der in ihnen nachweisbaren Harnsäure unter allen Umständen ihr eigenes Produkt sei.

Wenn die nach Brugnatelli und Wurzer zu wiederholten Malen angestellten Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der in den Vasa Malpighi befindlichen Exkrete nicht durchweg ganz übereinstimmende Resultate geliefert haben, so mag der Grund davon zum Theil wohl in der Verschiedenheit der untersuchten Gattungen und Arten, von denen überdies bald Larven, bald ausgebildete Individuen benutzt wurden, liegen, hauptsächlich aber auf die Methode der Prüfung zu schieben sein, welche begreiflicher Weise je nach der Zeit eine mehr oder weniger subtile sein musste. So fand (nach der Mittheilung von Straus-Dürck-

*) Untersuchungen über das chylopoëtische und uropoëtische System der *Blatta orientalis* (Sitzungsberichte d. Akad. d. Wissensch. zu Wien, Mathem.-naturwiss. Classe. XXXIII. S. 258).

heim) Chevreul i. J. 1828 in den Vasa Malpighi von *Melolontha vulgaris* neben Natron und Ammoniak Acidum uricum, welches er in Form von harnsaurem Natron und harnsaurem Ammoniak gebunden darin vermuthet. Während Audouin (1836) bei *Lucanus cervus* gleichfalls Acidum uricum in Form von Concretionen vorfand, gab Verloren* (1843) für die Raupe der *Sphinx ligustri* Acidum hippuricum an, eine Abweichung, welche wahrscheinlich auf der Verschiedenheit der untersuchten Objekte beruht; wenigstens hebt in neuerer Zeit Davy** als einen durchgreifenden Unterschied zwischen den Anseerungen der vollkommenen Insekten und der Larven (besonders von Lepidopteren) hervor, dass bei ersteren Harnsäure, bei letzteren Hippursäure vorherrsche. Freilich ist letztere im Gegensatz dazu von Kölliker***), welcher gleichfalls die Vasa Malpighi von Raupen untersuchte, nicht gefunden worden; vielmehr bestanden nach ihm die Concreta 1) aus runden Körnern von harnsaurem Natron und harnsaurem Ammoniak, 2) aus oxalsaurem Kalk und 3) aus hellen, blassen Kugeln, welche sich als Leucin ergaben. Als oxalsauren Kalk erwiesen sich auch die von Schlossberger†) in den Vasa Malpighi von Raupen vorgefundenen sehr kleinen und nur mit einer, meist quadratischen Fläche versehenen Crystalle, welche er vergeblich auf Murexid prüfte, während sich Leucin nach Schwarzenbach††) auch in dem von frisch ausgeschlüpften Faltern der *Sphinx pinastri* abgesonderten gelben Saft in Form einer feinkörnigen Substanz neben harnsaurem Natron und harnsaurem Ammoniak vorfand.

Alle diese, zum Theil der neuesten Zeit angehörenden Untersuchungen hatten sich darauf beschränkt, theils den Inhalt der Vasa Malpighi selbst, theils die von frisch ausgeschlüpften Insekten durch den After entleerte Flüssigkeit, welche man als die Absonderung jener Gefäße ansehen zu dürfen glaubte, auf die den Harn charakterisirenden Bestandtheile zu prüfen, und in der That konnten sie bei ihren der Hauptsache nach übereinstimmenden Resultaten nur geeignet erscheinen, die Ansicht von der Nieren-Natur der Vasa Malpighi zu stützen. Um letztere völlig sicher zu stellen, hätte es indessen freilich noch des weiteren Nachweises bedurft, dass die sich in ihnen vorfindende Harnsäure einerseits ihr Produkt, andererseits ausschliesslich auf sie beschränkt sei. Letzteres ist nun aber, wie die in neuerer Zeit in methodischer Weise angestellten, umfassenden Untersuchungen Fabre's†††) ergeben haben, keineswegs der Fall; vielmehr stellt sich durch diese heraus, dass ebensowohl die Harnsäure

*) Vgl. van der Hoeven, Handbuch der Zoologie. I. S. 245.

***) Some observations on the excrements of Insects (Transact. of the entomolog. soc. of London 2. ser. III. p. 18 ff.)

***), Verhandlungen der physikal.-medizin. Gesellsch. zu Würzburg VIII. S. 225 ff.

†) Archiv f. Anatom. u. Physiolog. 1857, S. 61.

††) Verhandl. d. physikal.-medizin. Gesellsch. zu Würzburg VII. S. 235 ff.

†††) Etude sur l'instinct et les métamorphoses des Sphégiens (Annal. d. scienc. natur. 4. sér. VI. p. 137 ff. — Etude sur le rôle du tissu adipeux dans la sécrétion urinaire chez les Insectes (ebenda 4. sér. XIX. p. 351 ff.)

temporär in den Vasa Malpighi fehlen, als dass sie neben ihnen nicht nur, wie bereits oben erwähnt, im Corpus adiposum, sondern auch im Tractus intestinalis (besonders im Magen) massenhaft vorkommen kann. Gerade aus letzterem stammt nämlich nach Fabre's Beobachtungen, der früheren Annahme entgegen, die gesammte von dem ausschlüpfenden Insekt durch den After entleerte Flüssigkeit, indem während des Puppenzustandes die Vasa Malpighi von Harnsäure leer, der Magen dagegen mit solcher strotzend gefüllt ist. Zeigt sich nun dieses Verhältniss wenigstens bei den metabolen Insekten, wie es scheint, ganz constant, so ergeben sich im Gegensatz dazu die Wechselbeziehungen, welche zwischen den Vasa Malpighi einer- und dem Magen und Corpus adiposum andererseits in Betreff der darin enthaltenen Harnsäure bestehen, sowohl bei den von Fabre untersuchten Larven als Imagines je nach den Ordnungen und Familien als sehr schwankende. So fanden sich z. B. bei den Larven der *Hymenoptera fossoria* und bei geschlechtsreifen Orthopteren aus der Familie der Locustinen die Vasa Malpighi leer, der Fettkörper dagegen mit Harnsäure überfüllt: umgekehrt bei den Larven von Wespen und Schmetterlingen die Vasa Malpighi gefüllt und der Fettkörper leer. Während ferner beim Beginn der Puppenruhe häufig das Corpus adiposum von Harnsäure strotzt und der Magen derselben entbehrt, zeigt sich gegen das Ende derselben letzterer in demselben Maasse damit gefüllt, als sie aus ersterem verschwunden oder daselbst wenigstens in Abnahme begriffen ist.

Abgesehen von dem wichtigen Nachweis, dass die Ablagerung harnsaurer Salze in dem Körper vieler Arthropoden (ausser den Insekten nach Leydig auch bei den Myriopoden) eine ungleich beträchtlichere ist, als man dies bisher geglaubt hat und dass dieselben mithin eine ganz aussergewöhnliche Rolle in dem Stoffwechsel dieser Thiere spielen, so eröffnen diese Untersuchungen offenbar auch für die funktionelle Bedeutung der Vasa Malpighi wesentlich neue Gesichtspunkte. Wird durch dieselben gleich die Natur jener Gefässe als Vasa urinaria im Sinne wirklicher Nieren nicht vollständig widerlegt, so geht doch wenigstens mit Entschiedenheit aus ihnen hervor, dass die Produktion von Harnsäure gleichzeitig in anderen Körpertheilen und zwar in viel bedeutenderer Extensität vor sich geht und dass selbst die Abführung dieses Excretes noch neben ihnen auf anderem Wege bewirkt wird. Der Umstand, dass die zuerst im Corpus adiposum deponirte Harnsäure in demselben Maasse schwindet, wie sie sich im Magen des in der Entwicklung begriffenen Insektes anhäuft, kann wohl kaum auf einen anderen Vorgang als auf eine durch die Magenwandungen bewirkte Endosmose zurückgeführt werden und bei der gleichen zwischen dem Fettkörper und den Vasa Malpighi bestehenden Wechselwirkung steht offenbar auch für ihre Aufnahme in letztere nur derselbe Weg zu vermuthen. Es scheint daher, dass in der That die Vasa Malpighi, wie es schon Gaede*) auf Grund seiner an Raupen

*) Physiologische Bemerkungen über die sogenannten Gallengefässe der Insekten (Nova Acta Acad. Caes. Leopold.-Carolin. X. 2. p. 325 ff.)

von *Bombyx trifolii* angestellten Fütterungsversuche mit Zinnober darzutun suchte, vorwiegend aufsaugende Gefässe sind, nur dass man sich nicht mit Gaede vorstellen darf, sie resorbirten die in den Darmkanal übergeführten Stoffe direkt aus diesem. Ihre weite Ausdehnung über einen grösseren Theil der Leibeshöhle und ihr inniger und ausgedehnter Contact mit dem Fettkörper und den Blutbahnen lässt vielmehr vermuthen, dass sie die theils noch im Blute suspendirten, theils die von diesem bereits als Exkrete im Fettkörper deponirten Stoffe, um sie nach aussen abzuführen, in sich aufzunehmen geeignet sind.

Einer derartigen Funktion der Vasa Malpighi würde schliesslich auch die Erfahrung entsprechen, dass bei gewissen niederen Arthropoden-Formen aus den Classen der Crustaceen und Arachniden, welchen diese Organe überhaupt abgehen, dennoch eine Ausscheidung von Harnsäure und zwar in das Innere des Darmkanals stattfinden kann: wiewohl der Umstand, dass hier die Absonderung dieser Concremente durch die Zellen der Darmwand selbst bewirkt wird, andererseits die Ansicht stützen konnte, dass der Darm hier nur die Rolle der sonst als Nieren fungirenden Vasa Malpighi mit übernommen habe. Nachdem zuerst Leydig solche Concremente in den jungen Larvenformen gewisser Entomostraken (*Cyclops*), bei denen der hinterste Darmabschnitt damit angefüllt ist (Taf. XII. Fig. 7—9 u.), beobachtet und die sie erzeugenden Zellen als „Primordialnieren“ in Anspruch genommen hatte, wurde später von Claus*) der gleiche Nachweis auch für die erwachsenen Thiere (*Cyclopsine castor*, *Chondracanthus gibbosus*) geführt und dieser Fund bald darauf von Leydig**) bestätigt. Bei *Cyclopsine castor* (Taf. XII. Fig. 12 u.) lässt der als Magen oder Chylusdarm bezeichnete vordere Abschnitt in seinen durchsichtigen Wandungen grosse Zellen erkennen, welche theils mit gelblich gefärbten Fettkügelchen (Leberzellen), theils mit gelblich weiss gefärbten, bei durchfallendem Licht aber schwarz erscheinenden Concrementen angefüllt sind, deren physikalisches wie chemisches Verhalten genau demjenigen von Harn-Concrementen entspricht. Als solche geben sich ferner massenhafte Anhäufungen in der Leibeshöhle der Krätzmilben zu erkennen, von denen Leydig***) nach der Analogie mit *Gamasus* wo er sie in zwei Blindsäcken des Magens eingeschlossen fand, annahm, dass sie gleichfalls in Ausstülpungen des Darmkanals angesammelt seien, obwohl er sich später mehr der Ansicht zuneigte, sie seien im Fettkörper deponirt.

C. Kreislaufsorgane. Die engen Beziehungen, welche zwischen dem Process der Verdauung und dem durch die Blutcirculation vermittelten der Ernährung des Körpers bestehen, machen es leicht erklärlich, dass den verschiedenen Graden der Vollkommenheit, welchen jener bei den Arthropoden unterliegt, auch gleich auffallende in der Ausbildung des

*) Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Copepoden (Wiegmann's Archiv für Naturgesch. XXIV. p. 1 ff.)

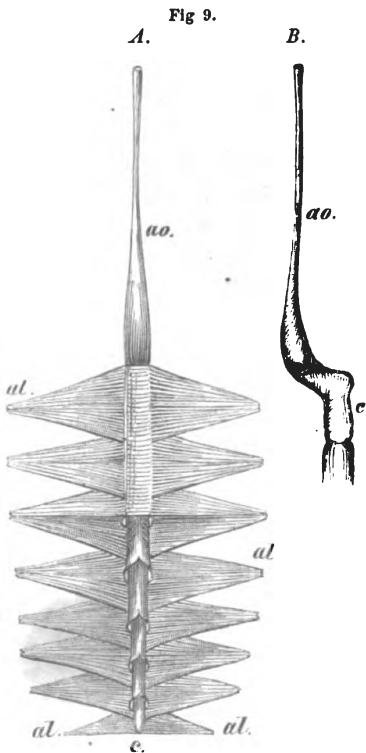
**) Bemerkungen über den Bau der Cyclopiden (ebenda XXV. p. 194 ff.)

***) Ueber Haarsackmilben und Krätzmilben (ebenda XXV. p. 338 ff.)

Circulations-Apparates entsprechen. Gruppen, welche, wie die der Decapoden, Scorpione und Araneinen, ohne nach ihrer Gesamtbildung die höchste Entwicklungsstufe des Arthropoden-Typus zu repräsentiren, doch allen übrigen in der Ausbildung des Verdauungsapparates und zwar besonders in dem Auftreten umfangreicher Leberorgane voranstehen, sind zugleich ganz regelmässig mit einem besonders vollkommen organisirten Circulations-Apparat versehen: dagegen ist letzterer in verhältnissmässig einfacher Weise angelegt, wo, wie bei den Insekten, die Digestionsorgane noch wenig complicirt erscheinen. So deutlich sich jedoch ein solches Hand in Hand-Gehen beider Organsysteme ausgesprochen findet, so ist es doch keineswegs der Verdauungs-Apparat allein, welcher für den Ausbildungsgrad des Circulationssystems bestimmend wirkt, sondern letzterer lässt sich zugleich als in entschiedener Abhängigkeit von den Respirations-Organen stehend nachweisen. Ganz besonders betrifft dies den peripherischen Theil der Kreislauforgane, welcher eine um so vollkommeneren Ausbildung

erlangt, je mehr sich die Athmungsorgane auf bestimmte Gegenden des Körpers concentriren (*Decapoda*, *Scorpio*), dagegen in demselben Maasse vereinfacht und selbst bis auf den vollständigen Mangel geschlossener Blutbahnen reducirt wird, als die Respirationsorgane eine reiche Entfaltung und eine mehr gleichmässige Vertheilung durch den ganzen Organismus erkennen lassen.

a) Das Centralorgan des Circulations-Apparates, welches man je nach seiner Gestaltung theils als „Herz“, theils als Rückengefäss (Vas dorsale) bezeichnet hat, bietet in gleicher Weise wie dasjenige des Nervensystems eine durchaus constante und daher für den Typus der Arthropoden charakteristische Lage dar, indem es jenem gegendtber in der Mittellinie der dorsalen Körperhälfte angebracht ist; diese nimmt es jedoch nicht ihrer ganzen Länge nach ein, sondern ist stets auf den als Hinterleib (Abdomen) bezeichneten oder morphologisch diesem gleichwerthigen Theil des Körpers (hintere Hälfte des Cephalothorax der Decapoden) beschränkt. Seine Befestigung daselbst wird durch Muskeln bewirkt,



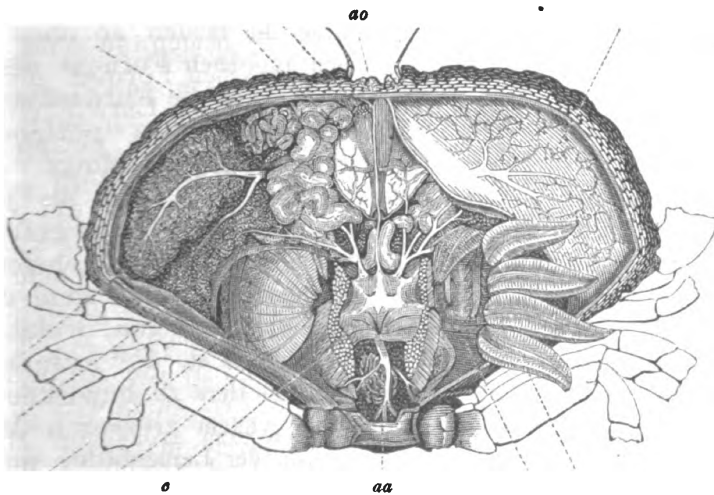
A. Rückengefäss (Vas dorsale) des Maikäfers (*Melolontha vulgaris*). c. Gekammer-tes Herz. al. al. Flügelmuskeln des Herzens (Alae cordis). ao. Aorta.

B. Aorta mit der ersten Herzkammer, bei seitlicher Ansicht.

welche je nach seiner Gestalt und Ausdehnung in einfacherer oder complicirterer Anordnung auftreten. In der Mehrzahl der Fälle steht dieses

Herz der Arthropoden noch in direkter Abhängigkeit von der Segmentirung des Hautskeletes, indem es eine dieser entsprechende Abschntürung einer Reihe auf einander folgender „Herzkammern“ erkennen lässt: eine Eigenschaft, welche zuweilen selbst dann noch erhalten bleibt, wenn, wie bei den Araneinen, der Hinterleib selbst seiner Segmentirung verlustig gegangen ist. So allgemein jedoch diese Segmentirung in den drei Classen der Insekten, Myriopoden und Arachniden — unter letzteren nach Krohn's Untersuchungen auch bei den Pycnogoniden — festgehalten ist, so mangelt sie dagegen den Crustaceen entweder ganz oder tritt hier wenigstens nicht mehr in gleich ausgeprägter Weise auf. Am meisten wird noch eine an das gegliederte Rückengefäss der Insekten erinnernde Bildung bei denjenigen Formen aufrecht erhalten, welche bei langgestrecktem Körper eine annähernd homonome Körpersegmentirung hervortreten lassen, indem hier (*Squilla*, *Apus*, *Amphipoda*, *Isopoda*) die in gleichen Abständen aus dem lang schlauchförmigen Herzen entspringenden Arterienstämme oder die an ihrer Stelle befindlichen Ostien wenigstens den Eindruck einer

Fig. 10.

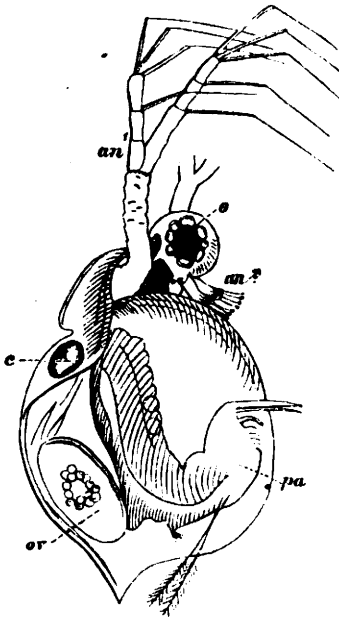


Anatomie einer Krabbe. c. Herz. ao. Aorta cephalica. aa. Aorta abdominalis.

Gliederung hervorrufen. Dagegen fällt dieser vollständig weg, wenn es als ein verhältnissmässig kurzes, meist rundliches oder ovales Organ auftritt (Taf. XII. Fig. 12 u. 15 c), aus welchem entweder (*Copepoda*, *Daphnia*) Gefässstämme überhaupt nicht entspringen oder welches (*Decapoda*) diese nur in geringer Anzahl, nämlich am vorderen und hinteren Ende abgibt. Freilich übernimmt in letzterem Falle die aus der hinteren Wand entspringende Rückenarterie morphologisch die Rolle des lang schlauchförmigen Herzens, wie es z. B. bei *Squilla* vorkommt, indem sie gleich diesem durch Abgabe paariger Arterienstämme ihrerseits eine Art Gliederung einget. Uebrigens bleibt es immerhin bemerkenswerth, dass sich unter den Crustaceen das kurze, ungegliederte Herz gleichzeitig bei denjenigen

Formen wiederfindet, welche die Enden der ganzen Entwicklungsreihe darstellen und dass es unter den Entomostraken nicht selten solchen

Fig. 11.



Wasserfloh (*Daphnia*). *an.* Ruder-Antennen. *an?* Tast-Antennen. *o.* Auge. *c.* Herz. *ov.* Reifes Ei in der Bruthöhle. *pa.* Postabdomen.

als ein auf das geringste Volumen beschränkter und in einfachster Weise hergestellter Herzschlauch darstellen, communicirt es mit dem dasselbe zunächst umgebenden Raume durch paarige Spaltöffnungen, welche durch Klappen-Vorrichtungen verschliessbar sind und, da sie die Aufnahme des aus dem Körper zurückkehrenden Blutes in das Herz zu bewirken haben, als venöse Ostien fungiren. In der bei weitem grösseren Mehrzahl der Fälle münden diese Ostien in einen von der Leibeshöhle nur durch eine lockere Zellenlage und zarte Muskelfasern abgegränzten Raum, in welchen das aus dem Körper zurückkehrende und sich in der Nähe des Herzens vorwiegend ansammelnde Blut eintritt; nur in seltenen Fällen, wo, wie bei den Scorpionen und Decapoden ein System geschlossener Venen zur Ausbildung gelangt ist, treten sie zunächst mit einem wirklichen das Herz umgebenden Pericardial-Sinus in Communication, um aus diesem das durch jene Venen zurückgeleitete Körperblut aufzunehmen.

Die Zahl dieser Spaltöffnungen wird in augenscheinlichster Weise durch die Längsausdehnung des Herzens bedingt. Der kurze, ovale Herzschlauch der Decapoden lässt deren nur drei, derjenige der Copepoden, abgesehen von der unpaaren hinteren Oeffnung, sogar nur ein Paar erkennen; dagegen mehrt sich ihre Zahl oft sehr beträchtlich bei der langen cylindrischen Form des Organes, wie sie bei *Apus*, den Isopoden u. s. w.

Familien und Gattungen eigen ist, deren nächste Verwandte dieses Organs überhaupt ganz zu entbehren scheinen. Der vollständige Mangel desselben charakterisirt übrigens nicht nur die am niedrigsten organisirten Formen der Crustaceen (*Cypris*, *Cyclops*, *Corycaeus*, *Lernaea* u. A.), sondern in gleicher Weise auch die entsprechenden unter den Arachniden; wenigstens ist es bisher nicht gelungen, in den Ordnungen der Acarinen und Tardigraden auch nur die Andeutung eines Herzens aufzufinden.

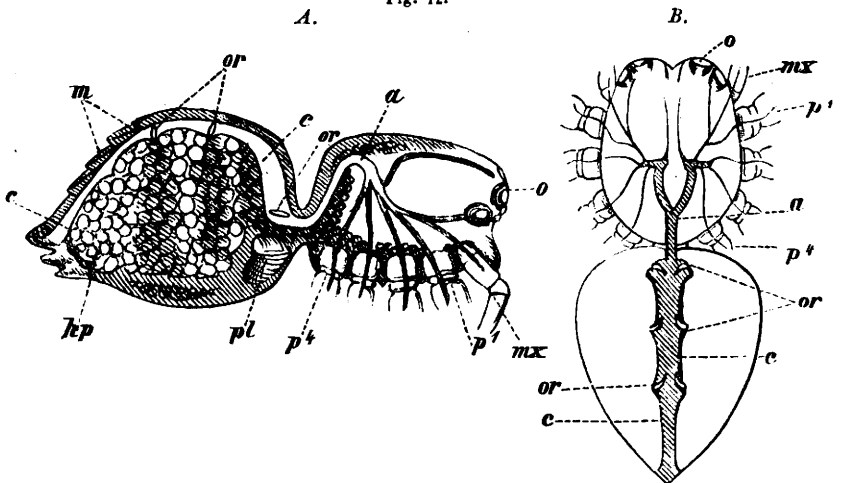
Die Verschiedenheiten, welche sich in der speziellen Einrichtung des Arthropoden-Herzens kundgeben, werden einerseits durch die beiden so eben hervorgehobenen typischen Formen desselben, andererseits durch die Entwicklung des von ihm ausgehenden peripherischen Circulations-Apparates bedingt. In allen Fällen, mag es sich nun als ein vollständig gegliedertes Rückengefäss oder

auftritt und richtet sich genau nach der Zahl der Kammern, welche an dem deutlich gegliederten Rückengefäss der Insekten zur Ausbildung kommen. Die Herstellung der letzteren, bei weitem complicirtesten Herzform der Arthropoden erfordert sodann noch besondere Vorrichtungen, welche auf eine Communication zwischen den verschiedenen, durch Zwischenwände von einander geschiedenen Abtheilungen abzielen. Dieselbe wird gleichfalls durch Spaltöffnungen bewirkt, deren Klappen sich nur nach einer Richtung hin öffnen und, da dieses nach vorn geschieht, dem in das Herz eintretenden Blut ausschliesslich die Strömung von hinten nach vorn gestatten. Zwar ist die einseitige Richtung des Blutstromes keineswegs durch diese Construction des Rückengefässes ausschliesslich bedingt, da z. B. auch aus dem ungegliederten Herzen der Copepoden das Blut nur in der Richtung nach vorn ausgetrieben wird; andererseits ist aber diese letztere Herzform auch keineswegs unter allen Umständen an eine gleiche Propulsation des Blutes gebunden, wie dies bei den Decapoden, aus deren Herzen es in die nach entgegengesetzten Richtungen ausstrahlenden Arterienstämme hineingetrieben wird, deutlich hervortritt. — In Betreff der als Rückengefäss bezeichneten Herzform der Arthropoden ist noch zu erwähnen, dass dieselbe ein typisches Gepräge durch eine besondere Gestaltung der zu ihrer Befestigung dienenden Muskulatur erhält. Zu beiden Seiten der einzelnen Kammern des Vas dorsale entspringen nämlich paarige, flache Muskelbündel, welche sich gegen ihre Insertion an den Rückenschienen hin dreieckig zuspitzen und in ihrer Gesamtheit etwa das Bild einer sich nach hinten verzüngenden Leiter hervorrufen; sie sind mit dem Namen der Flügelmuskeln des Herzens (*Alae cordis*) bezeichnet worden, heften sich übrigens nach Weismann's Beobachtungen nicht immer an der Rückenhaut, sondern z. B. bei verschiedenen Insektenlarven auch an den seitlichen Tracheenstämmen an.

b) Der peripherische Theil des Circulations-Apparates kann bei beiden Formen des Herzens einen sehr verschiedenen Grad der Ausbildung erreichen, bei beiden aber auch entweder ganz fehlen oder sich wenigstens auf einen einzigen röhrenförmigen Ausläufer (*Aorta*) des vorderen Herz-Endes beschränken. Ersteres ist sehr allgemein bei den niederen Crustaceen-Formen (*Entomostraca*), soweit sie überhaupt noch ein Herz besitzen, letzteres bei den Insekten der Fall, bei welchen übrigens die aus der vordersten Herzkammer entspringende Aorta gewöhnlich eine ansehnliche Länge erreicht und sich nicht selten, nachdem sie aus dem Thorax in den Kopf eingetreten ist, schliesslich in einige Aeste spaltet. Trotzdem kann in dem Auftreten dieser Aorta, deren Ausbildung sich leicht aus dem complicirteren Bau des Insektenkörpers erklären lässt, kaum eine höhere Entwicklungsstufe des Circulationsapparates erkannt werden; denn wie z. B. bei den Copepoden der Blutstrom durch das am Vorderende des Herzens gelegene Ostium arteriosum, so tritt er bei den Insekten aus der vorderen Oeffnung der Aorta unmittelbar in die Interstitien der Gewebe und Organe des Körpers ein, um sich zunächst auf lacunären

Bahnen in alle Theile desselben zu verbreiten und sodann auf gleichem Wege zum Herzen zurückzukehren. So regelmässig diese Blutströme auch, besonders durch den Verfolg von Muskeln, Nerven, Tracheen u. s. w. bestimmte Bahnen einhalten und einen wie vollkommenen Ersatz sie auch für wirkliche Blutgefässe darbieten mögen, so fehlen ihnen doch die solche charakterisirenden continuirlichen Wandungen vollständig und sie können daher wenigstens in morphologischer Beziehung noch nicht als peripherische Kreislauforgane in Anspruch genommen werden. Die erste Anlage solcher zeigt sich vielmehr erst in dem Auftreten von Arterienstämmen, welche in grösserer oder geringerer Anzahl direkt vom Herzen ihren Ursprung nehmen und in einfachster Weise z. B. unter den Crustaceen bei Amphipoden, Isopoden u. A. zur Beobachtung kommen. Sie gehen hier nicht nur aus dem vorderen und hinteren Ende des Centralorganes, sondern auch, an Zahl den Körpersegmenten entsprechend, in gleichen Abständen aus den Seitenwandungen desselben paarig hervor. Dasselbe ist auch unter den Myriopoden besonders in der Ordnung der Chilopoden (*Scolopendra*) der Fall, wo nicht nur aus jeder der zahlreichen Kammern des Rückengefässes solche paarige Arterien ihren Ursprung nehmen, um die betreffenden Körpersegmente und Extremitäten mit Blut zu versorgen, sondern bei denen auch aus der vordersten Herzkammer zu beiden Seiten der Aorta ein Stamm hervorgeht, welcher sich mit dem der anderen Seite unterhalb des Oesophagus vereinigt, um als Baucharterie auf der Ganglienkette bis zum hinteren Körperende zurückzulaufen und auf seinem Wege beiderseits zahlreiche Nebenäste abzugeben. Eine noch reichere

Fig. 12.

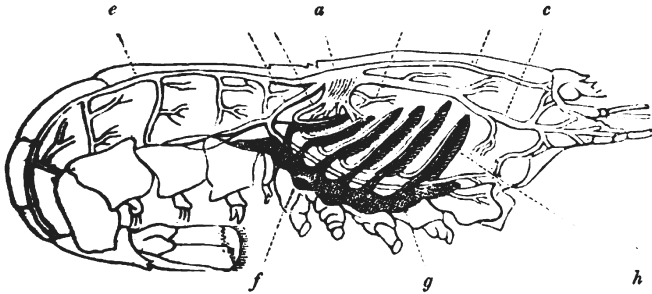


Circulations-Apparat von *Lycosa*. A. Seiten-Ansicht. B. Rücken-Ansicht. o. Augen. mx. Maxille. p¹. p⁴. Erstes bis viertes Beinpaar. c. Herz, mit den Ostien (or). a. Aorta. m. Herzmuskeln. pl. Lunge. hp. Lebermassen.

Entfaltung von Arterien an Hauptstämmen sowohl als Verzweigungen findet sich sodann unter den Crustaceen bei den Stomatopoden (*Squilla*) und unter den Arachniden in der Ordnung der Webespinnen, bei welchen

letzteren es ganz besonders die aus der Aorta hervorgehenden Aeste sind, welche allen Theilen des Cephalothorax und seinen Gliedmaassen das Blut zuführen. In allen diesen Fällen kehrt letzteres jedoch noch übereinstimmend mit dem der Insekten in lacunären Bahnen zurück, wiewohl dieselben mitunter, wie z. B. bei den Araneinen schon deutlicher umgränzt und stellenweise, besonders in der Nähe der Athmungsorgane, von beträchtlichem Lumen sind, so dass sie funktionell schon eine Annäherung an Blutsinus bekunden. Ob sich auch in der höchst entwickelten Ordnung der Gliederspinnen (*Scorpio*) das aus dem Körper zurückkehrende Blut noch in wandungslosen Bahnen, oder, wie es für die Decapoden unter den Crustaceen mit Sicherheit nachgewiesen ist, bereits in geschlossenen Venen bewege, hat sich noch nicht vollständig ermitteln lassen, wiewohl nach den Untersuchungen Newport's das letztere wahrscheinlich ist.

Fig. 13.

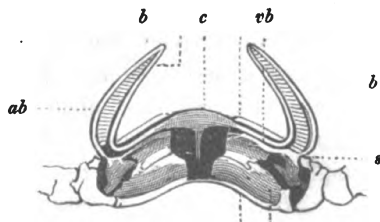


Kreislauforgane des Hummers (*Homarus vulgaris*). a. Herz. c. Aorta cephalica. e. Aorta abdominalis superior. f. Aorta abdominalis inferior. g. Sinus. h. Branchiae.

Indessen liefern schon die Decapoden den sicheren Nachweis dafür, dass auch unter den Arthropoden ein vollständig geschlossenes Gefässsystem, welches demjenigen der Fische kaum in irgend einem wesentlichen Punkte nachsteht, zur Ausbildung kommen kann. Das Blut, welches die Arterien zunächst in ein zuweilen sehr ausgebildetes Capillarnetz überführen, wird aus letzterem durch Venenstämme zu den an der Basis der Kiemen gelegenen Blutsinus geleitet und nachdem es sich von diesen aus an die Kiemen selbst verbreitet, abermals durch Venenstämme in den das Herz umgebenden Pericardial-Sinus zurückgeführt.

c) Die histiologische Struktur des Circulations-Apparates betreffend, so galt für das als Rückengefäss bezeichnete Centralorgan desselben bis auf die neueste Zeit die auch noch von Leydig vertretene Ansicht, dass es einen durch drei Membranen gebildeten Schlauch vorstelle, dessen Hauptbestandtheil das seine rythmischen Contractionen vermittelnde Muskelgewebe ausmache. Letzteres sollte nach

Fig. 14.



Querdurchschnitt eines Flusskrebses in der Gegend des Herzens. b. Kiemen. c. Herz. s. Venöser Sinus. ab. Arteria branchialis. vb. Vena branchialis.

aussen von einem sehr zarten, durchsichtigen Peritonealüberzuge bekleidet sein, während seiner Innenseite, also gegen das Lumen des Gefässes hin, eine theils vollständig homogene, theils deutliche Kerne einschliessende glashelle Intima anläge, deren Verhalten zum interstitiellen Bindegewebe sie als diesem mit Wahrscheinlichkeit angehörig vermuthen liess. Den durch Duplikaturen dieser Intima hergestellten Klappen-Vorrichtungen, welche die Communication zwischen den verschiedenen Kammern vermitteln, wurden sehr eigenthümliche, stark in das Lumen des Gefässes hineinspringende „Zellen“ von auffallender Grösse, wie sie von Leydig bei der Larve von *Corethra plumicornis* aufgefunden worden waren, funktionell zur Seite gestellt. Die Muskelschicht selbst sah man als aus ringförmigen, in sich selbst zurückkehrenden Primitivbündeln mit deutlicher Querstreifung und von etwas körnigem Ansehen, welche unter einander in keinem Zusammenhang ständen, gebildet an und wollte neben denselben auch wohl hin und wieder Längsmuskelfasern bemerkt haben. Kurz man glaubte in dem Rückengefäss ein in ähnlicher Weise zusammengesetztes Gebilde vor sich zu haben, wie es etwa das Darmrohr darstelle. Einer solchen Anschauung ist jedoch in neuester Zeit Weismann auf Grund seiner an verschiedenen Dipteren- und Lepidopteren-Larven angestellten Untersuchungen entgegengetreten. Indem er zunächst die Bindegewebnatur sowohl der Intima als der „Peritonealbekleidung“ in Abrede stellt und beide als Cutikularbildungen geltend macht, glaubt er in dem ganzen Rückengefäss überhaupt nur das Analogon eines einzelnen, hier gleichsam hohl gebliebenen Primitiv-Muskelbündels erblicken zu können, als dessen mit Körnern versehene kontraktile Substanz das „muskulöse Stratum“ und als dessen Hülle die „Bindegewebmembranen“ aufzufassen seien. Die von den früheren Beobachtern angenommenen „ringförmigen Primitivbündel“ sind nach ihm als die in der Querrichtung zum einfachen Muskelschlauch verlaufende Querstreifung selbst anzusehen und die der Intima zugeschriebenen Kerne sind in der That von dieser nur umhüllt, liegen aber selbst der kontraktilen Substanz unmittelbar auf; sie gewinnen das Ansehen von grossen und scheinbar gestielten Zellen (*Corethra*), wenn sie von einer grössern Menge feinkörniger Grundsubstanz in gleicher Weise umhüllt sind, wie sie auch in den Primitivbündeln der Stamm-Muskeln vorkommt. — Ein wesentlich anderes Verhältniss als bei dem schlauchförmigen Rückengefäss der Insekten tritt bei dem kurz sackförmigen Herzen der höheren Crustaceen (*Decapoda*) auf, an welchem die seine Kontraktionen bewirkende Muskulatur ein complicirtes Balkengeflecht darstellt, dessen Muskelbündel die mannigfachsten Anastomosen eingehen. Die Primitivbündel desselben sind von auffallend geringerer Dicke als diejenigen der Stamm-Muskeln und unterscheiden sich von diesen ausserdem dadurch, dass ihre kontraktile Substanz keine Fibrillen bildet.

In den verhältnissmässig wenigen Fällen, wo ein eigentlicher Pericardialsinus (Herzbeutel) zur Beobachtung gelangt, besteht derselbe nach den bisherigen Untersuchungen aus Bindegewebe. Jedoch auch beim Mangel

eines solchen durch eigene Wandungen abgegränzten Sinus existirt, wie es scheint, sehr allgemein eine Struktur, welche denselben funktionell ersetzt und welche bereits von R. Wagner als zellige Schicht des Insektenherzens bezeichnet worden ist. Ihre speziellere Beziehung zu dem Rückengefäss scheint nicht überall dieselbe zu sein und besonders auch in den verschiedenen Entwicklungsperioden eines und desselben Individuums Modificationen zu erleiden. Bei Insektenlarven liegen theils besonders grosse, mit feinkörnigem Inhalt und einem deutlichen Kern versehene Zellen in grösseren Haufen beisammen, theils beträchtlich kleinere, zu bandförmigen Strängen vereinigte Zellen der Wand des Rückengefässes unmittelbar auf, um den zu letzterem verlaufenden Flügelmuskeln zunächst ihrerseits als Ansatz zu dienen, sodann aber Ausläufer der sich an sie festheftenden Muskelbündel der Wand des Rückengefässes in Form eines netzartigen Ueberzuges zugehen zu lassen. Bei ausgebildeten Insekten wird dagegen die Zellenlage von dem Rückengefäss selbst noch durch eine diesem locker anliegende muskulöse Scheide umgeben, an welcher sich Quer- und Längsfasern unterscheiden lassen und welche dann ihrerseits durch die Zellen mit den Flügelmuskeln in Verbindung tritt. Sehr häufig macht sich diese Zellschicht schon durch ihre gelbliche oder grünliche, dem körnigen Zelleninhalt entstammende Färbung kenntlich.

Die Struktur der peripherischen Kreislauforgane der Arthropoden ist bisjetzt nur in geringem Umfange zur Kenntniss gekommen. An der Aorta des Insektenherzens, wenn diese überhaupt der letzteren Kategorie zugewiesen werden kann, zeigt sich die gleiche quergestreifte Muskelschicht und dieselbe ihr aussen anliegende strukturlose Hülle wie am Rückengefässe; ihr Unterschied von diesem beruht überhaupt nur in dem geringeren Lumen und dem Mangel der Spalten und Klappenvorrichtungen. An den Arterien der höheren Crustaceen und Arachniden lässt sich die *Muscularis* bald auf weitere, bald auf kürzere Strecken nach ihrem Abgange aus dem Herzen verfolgen, um sodann allmählig zu verschwinden, während die sie beiderseits bekleidende strukturlose Membran sich noch länger selbstständig erhält, um schliesslich in das interstitielle Bindegewebe überzugehen; zuweilen lassen sich beide Membranen nach Leydig noch deutlich bis in die Capillarnetze hinein (*Astacus*) verfolgen. Uebrigens rufen auch bei Insekten nicht selten die feinsten Blutbahnen in ihrer scharfen Abgränzung noch lebhaft den Eindruck von Capillargefässen hervor.

d) Die Blutflüssigkeit der Arthropoden ist zwar in der grossen Mehrzahl der Fälle farblos, lässt jedoch mitunter auch eine gelbliche oder grünliche, seltener eine bräunliche, rothe, röthliche oder violette Färbung erkennen; letztere haftet vorwiegend den flüssigen Bestandtheilen des Blutes an, während die darin suspendirten Zellen (Blutkörperchen) einer solchen in der Regel entbehren. Diese sind bei den Arthropoden durchschnittlich in sehr viel geringerer Anzahl als bei den Wirbelthieren vorhanden, oft verhältnissmässig gross, so dass sie die engsten Blutbahnen nicht mehr passiren können, in anderen Fällen, wie bei vielen

Entomostraken (wo man mehrfach einzellige Pilze als Blutkörperchen angesehen hat) ganz fehlend; auf ihre Menge sowohl als Grösse hat übrigens nach Newport's und Landois' Untersuchungen die verschiedene Entwicklungsstufe des Individuums einen nicht unwesentlichen Einfluss. Die Form dieser Blutkörperchen schwankt zwischen derjenigen einer kugligen Blase und einer bald ovalen, bald mehr birnförmigen, etwas abgeflachten Scheibe; auch kommen mitunter sternförmige Bildungen vor, ohne dass dieselben, wie man wohl gemeint hat, in allen Fällen auf nachträgliche Veränderungen der Form zurückgeführt werden könnten. Von der deutlich nachweisbaren Zellenmembran der Blutkörper wird ein körniger Inhalt und ein oder mehrere Kerne eingeschlossen; von letzteren geht in gleicher Weise wie bei den Wirbelthieren die sich später auf die Zellenwand fortpflanzende Theilung und die hierauf beruhende Vermehrung aus.

e) Ueber die chemische Zusammensetzung des Arthropoden-Blutes liegen einige neuere Untersuchungen von Landois, Witting und H. Dohrn vor. Ersterer*) fand in dem Blutserum von Insekten an organischen Stoffen Eiweiss, Faserstoff und Globulin, von unorganischen metallisches Eisen in Lösung vor; das Eiweiss zeigte sich als der bei weitem vorwiegendere Bestandtheil. Nach den von Letzterem**) vorgenommenen Analysen des Krebsblutes fanden sich im:

	Wasser:	Organische Substanzen:	Anorganische Substanzen:
Blut von <i>Astacus fluviatilis</i>	90,830	7,751	1,419
- - <i>Homarus vulgaris</i>	93,89	3,47	2,64
Blutplasma von <i>Astacus fluviatilis</i>	92,412	6,257	1,331.

Auch hier zeigten sich die organischen Substanzen vorwiegend als Eiweiss (zu 6,098), während die anorganischen nach Witting zu 86,88, nach Dohrn jedoch nur zur Hälfte aus Kochsalz bestanden; unter den übrigen Bestandtheilen waren Kali (zu 12,21) und Kalkerde (zu 16,70) in ansehnlicheren, Phosphorsäure (zu 5,48), Schwefelsäure (zu 3,73), Kupferoxyd (zu 2,49), Eisenoxyd (1,99) u. a. in geringeren Mengen vorhanden.

f) Eine geregelte Blutcirculation tritt bei den Arthropoden erst mit der Ausbildung eines selbstständigen muskulösen Herzens, welches sich rhythmisch contrahirt und ausdehnt, auf. Wo ein solches fehlt, scheint entweder, wie bei den niederen Arachniden, nur ein unregelmässiges Fluktuiren der die einzelnen Organe umspülenden Blutflüssigkeit stattzufinden oder es wird, wie bei vielen Entomostraken, theils durch die ununterbrochenen Muskelbewegungen des Körpers, theils durch rhythmische Contraktionen des *Tractus intestinalis* die in der Leibeshöhle befindliche Blutmasse in eine Art Strömung versetzt. Dass dieselbe hier noch eine sowohl in örtlicher als zeitlicher Beziehung unregelmässige, intermittirende sein muss, liegt in der Natur der Sache. Dies ändert sich jedoch sofort

*) Beobachtungen über das Blut der Insekten (Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie XIV. p. 55 ff.).

**) H. Dohrn, Analecta ad historiam naturalem *Astaci fluviatilis*. Diss. inaug., Berolini 1861. 8^o.

bei dem Auftreten der einfachsten Herzform, wie sie bei anderen Entomotraken-Formen (*Daphnia*, *Cyclopsine*, *Calanus* u. A.) angetroffen wird. Durch regelmässige, meist sehr schnell auf einander folgende Pulsationen dieses Organs wird hier das durch die venösen Ostien von hinten her eintretende Blut aus der vorderen arteriellen Mündung oder aus der ihre Stelle ersetzenden Aorta in der Richtung nach vorn herausgetrieben, um zunächst dem Koptheile des Körpers zugeführt zu werden. Ein Gleiches findet dann ferner in dem als gekammertes Rückengefäss erscheinenden Herzen der Insekten, Myriopoden u. s. w. statt, an welchem jedoch die Contraktionen der einzelnen Kammern nicht gleichzeitig, sondern im allmählichen Fortschreiten von hinten nach vorn begriffen, stattfinden. Dass bei diesem bereits den ältesten Beobachtern, wie Swammerdam, bekannten Vorgange, welcher sich in einer wellenförmigen Bewegung des ganzen Herzschlauches zu erkennen giebt, die einzelnen Kammern sich alternirend contrahiren und erweitern, war die Ansicht Straus-Dürkheim's, deren Richtigkeit jedoch von Verloren*) bestritten wird; nach seinen Beobachtungen wäre diese Contraktion der auf einander folgenden Kammern eine viel allmählichere, so dass der hinterste Theil des Rückengefässes sich erst wieder zu erweitern begönne, wenn die Zusammenziehung noch nicht bis zu der vordersten Kammer gelangt ist. Wie dem auch sei, so wird die Systole und Diastole durch jede einzelne Kammer für sich bewirkt; während bei ersterer das in ihr enthaltene Blutquantum durch die an ihrer vorderen Gränze liegende Oeffnung in die nächst folgende getrieben wird, öffnen sich bei der Diastole die seitlichen Klappen, um neues Blut in sie eintreten zu lassen. Bei letzterer dürften die Flügelmuskeln, welche bei ihrer Contraktion offenbar eine Erweiterung der Herzkammern hervorzubringen im Stande sind, nicht ganz ohne Bethheiligung sein; der Hauptsache nach beruht aber die Diastole so gut wie die Systole auf der Wirkung der die Wandung des Rückengefässes selbst constituirenden Muskellage, da z. B. das aus dem Körper einer Raupe nach Durchschneidung der Flügelmuskeln herauspräparirte Herz noch selbstständig zu pulsiren fortfährt. Das auf diese Art durch die verschiedenen Kammern nach vorn getriebene Blut gelangt sodann aus der vordersten in die Aorta, welche es dem Körper zuführt. — Ein wesentlich anderer Mechanismus tritt bei dem in verschiedene Arterienstämme anlaufenden ungegliederten Herzen der höchst entwickelten Crustaceen (Decapoden) auf, indem hier das Austreiben des Blutes aus dem Herzen nicht nach einer, sondern nach zwei entgegengesetzten Richtungen stattfindet: ein Umstand, der sich aus der sehr viel complicirteren Muskulatur, welche gleichfalls die Systole und Diastole selbstständig hervorruft, leicht erklären lässt.

Die Häufigkeit der Herzcontraktionen bei den Arthropoden scheint nach den verhältnissmässig wenigen darüber vorliegenden Beobachtungen

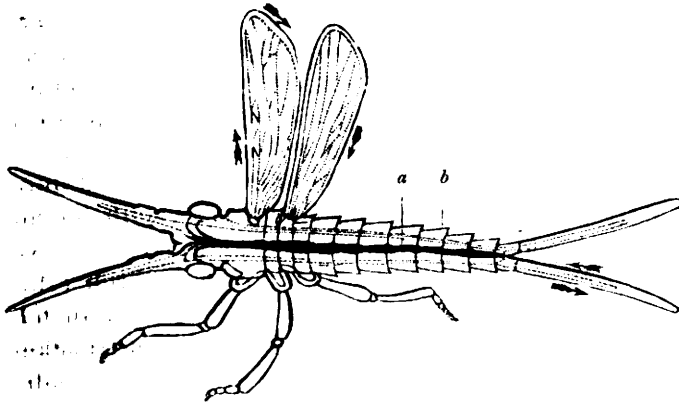
*) Mémoire sur la circulation dans les Insectes (Mémoires d. sav. étrang. de l'académie de Belgique XIX. p. 93 ff.).

innerhalb sehr weiter Grenzen zu schwanken; nicht nur dass hierin die den einzelnen Familien und Ordnungen angehörenden Formen die auffallendsten Verschiedenheiten erkennen lassen — auch die Alters- und Entwicklungsstufen eines und desselben Individuums bewegen sich oft in beträchtlichen Differenzen. Dass letztere zugleich von äusserlichen Bedingungen, wie einer höheren oder niederen Temperatur des umgebenden Mediums, einer andauernden und forcirten Bewegung des Individuums u. s. w. abhängig sind, versteht sich dabei von selbst. So wird es z. B. bei Berücksichtigung des letzteren Momentes vielleicht schon weniger auffallend erscheinen, dass unter den Entomostraken die Gattung *Cyclopsine* nach Zenker in der Minute 150 und die Gattung *Daphnia* nach Leydig sogar 200—250 Herz-Pulsationen beobachten lässt, da die hierher gehörigen Thiere sich durch eine besondere Hurtigkeit und Andauer in ihren Bewegungen hervorthun; freilich lehrt ein Vergleich mit dem Flusskrebs, bei welchem man nur 50 Contraktionen in der Minute gezählt hat, immer noch einen so erstaunlichen Abstand, dass man von spezifischen Eigenthümlichkeiten dabei nicht leicht wird absehen können. Einen wie auffallenden Unterschied in der Herzfrequenz übrigens die Bewegung eines Thieres hervorzurufen im Stande ist, lehrt die Beobachtung, dass ein in der Ruhe befindlicher Abendfalter (*Sphinx ligustri*) gleich seiner ausgewachsenen Raupe nur 60 bis 70 Schläge in der Minute erkennen lässt, während nach einer mässigen Bewegung deren schon 100, nach dem auf den höchsten Grad der Rapidität gesteigerten Abendflug aber selbst 140 bis 150 auftreten. Die von der Entwicklungsstufe abhängigen Differenzen sind gleichfalls beträchtliche: im Puppenzustande producirt *Sphinx ligustri* nur 18 bis 20, *Bombyx pini* (nach Suckow) 18 Herzschläge, letzterer dagegen im Raupenstadium 30, in demjenigen der Imago aber 50 bis 60. Nach Herold pulsirt ferner das Herz von jungen Raupen des Seiden spinners 46 bis 48, von älteren nur 30 bis 40 Mal in der Minute; dagegen bei einer um 8 bis 10 Grad erniedrigten Temperatur zeigten letztere nur 6 bis 8 Schläge.

Dass eine peripherische Blutcirculation auch bei denjenigen Arthropoden nicht mangelt, deren Kreislaufsorgane sich auf ein propulsatorisches Herz oder gleichzeitig auf eine aortenförmige vordere Verlängerung desselben beschränken, ist bereits erwähnt worden; auch hier wird das aus dem Centralorgan hervorströmende Blut in den mannigfaltigsten Richtungen und durch alle Theile des Körpers getrieben, um einerseits diesen die zu ihrer Ernährung nothwendigen Bestandtheile zuzuführen, andererseits behufs seiner eigenen Regeneration mit den Luft führenden Athmungsorganen in enge und ausgedehnte Berührung zu treten. Da nun aber letztere bei der Mehrzahl der Arthropoden eine gleichmässige Verbreitung durch den ganzen Körper haben und sich (nach Art der Blutgefässe bei den Wirbelthieren) in mannigfachster Weise verzweigen, so ist es klar, dass sowohl der eine wie der andere Zweck durch das nur in den Interstitien der Körpergewebe oder wie man es genannt hat, in

„lacunären Bahnen“ strömende Blut in gleich vollkommener Weise und gleichzeitig noch schneller als bei der Ausbildung geschlossener Gefäße erreicht wird. Ein genauere Verfolg dieser wandungslosen Blutbahnen ist natürlich nur dann möglich, wenn die Ernährungsflüssigkeit mit den als „Blutkörperchen“ bezeichneten Zellen versehen ist, während der die niedrigsten Arthropoden-Formen charakterisirende Mangel derselben der Beobachtung ungemeine Schwierigkeiten entgegengesetzt. Nach Zenker's Angaben würde jedoch auch in solchen Fällen bereits eine ziemlich complicirte Blutströmung stattfinden, indem z. B. bei *Cyclopsine* (Taf. XII. Fig. 15.) sich ausser dem vom Herzen in den Kopf eintretenden und aus diesem sich der Bauchseite zuwendenden Hauptstrom einerseits seitliche für den Cephalothorax bestimmte Bahnen, andererseits ein den Verdauungskanal umspülender Strom nachweisen lässt, welche die in ihnen circulirende Blutmasse gleichfalls der Bauchseite zuführen; von hier aus lässt sich dann abermals eine in das Postabdomen eintretende Bahn verfolgen, welche, an der Spitze desselben umwendend und wieder nach vorn verlaufend, das gesammte Körperblut dem Herzen von Neuem zuführt. In der Hauptsache übereinstimmend, aber ihrer höheren Organisation angemessen vollkommener ausgebildet ist der peripherische Blutlauf der Insekten, welcher sich am besten an kleineren und wegen ihres zarteren Integumentes durchsichtigeren, im Wasser lebenden Larven beobachten

Fig. 15.



Schematische Darstellung des Kreislaufs bei einer Insekten-Larve. a. Vas dorsale.
b. Lacunäre Blutbahnen.

lässt. An solchen (*Ephemera*, *Perla*, *Agrion*) ist er zuerst von G. Carus*) und R. Wagner**) entdeckt, später besonders durch Veßlaren in genauerer Weise verfolgt worden. Nach des Letzteren Angabe fließt das

*) Entdeckung eines einfachen vom Herzen aus beschleunigten Blutkreislaufes in den Larven netzflügeliger Insekten. Leipzig 1827. 4^o.

**) Beobachtungen über den Kreislauf des Blutes und den Bau des Rückengefäßes bei den Insekten. (*Isis*, Jahrg. 1832).

aus dem Körper zurückkehrende Blut in vier Hauptströmen, von denen einer unter dem Rückengefäss, einer längs der Ganglienkeite und einer auf jeder Seite im Verlauf der grossen Tracheenstämme verfolgt werden kann. Das Ein- und Ausströmen des Blutes in die Körper-Extremitäten, wie Fühler, Flügel, Beine, Kiemenplatten, Schwanzfäden u. s. w. lässt sich überall durch die darin verlaufenden Blutkörperchen feststellen; doch scheinen in manchen dieser Theile, wie z. B. im oberen Theil der Schiene, an der Basis der Schwanzfäden noch eigene, schon früher von Behn (für Hemipteren) angegebene propulsatorische Organe vorhanden zu sein, welche durch ihre Contraktionen hier einen besonders beschleunigten Blutlauf zu Wege bringen.

Obwohl in allen diesen Theilen die Blutströme der Hauptsache nach dieselben, schon durch die Muskeln, Tracheen u. s. w. vorgezeichneten Bahnen festhalten, so lassen sich doch auch nicht selten kleine Abweichungen im Verlauf derselben erkennen und diese liefern den sichersten Beweis dafür, dass es sich bei diesen Blutbahnen nicht um geschlossene, d. h. mit eigenen Wandungen versehene Gefässe handelt. Ein derartiges Verhalten wird auch durch die Versuche Verloren's bestätigt, welcher bei Einspritzungen gefärbter Flüssigkeiten in das Rückengefäss einen Erguss derselben in die Interstitien sämtlicher Körpergewebe, dagegen niemals eine scharfe Umgränzung, wie sie bei der Anwesenheit von Blutgefässen auftreten müsste, beobachten konnte. Gleichwohl hat man in neuerer Zeit, ebenfalls auf Injektionen gefärbter Flüssigkeiten gestützt, die Ansicht geltend zu machen versucht, das Blut der Insekten circulire ausser in Lacunen auch zwischen den beiden Häuten der tubulären Tracheen, wo es durch nahe Berührung mit der atmosphärischen Luft seine chemische Veränderung erfahre. Dieser von Blanchard*) als peritracheale Blutcirculation bezeichnete Verlauf der Blutflüssigkeit wurde auf die Erfahrung hin angenommen, dass bei Einspritzungen sowohl durch das Vas dorsale als die Lacunen die Tracheenwandungen stets gefüllt erschienen, ohne dass sich im Lumen derselben die betreffende Flüssigkeit nachweisen liess; er sollte seine volle Bestätigung aber ferner noch dadurch erhalten, dass zwischen den beiden Häuten der Tracheen unter Umständen auch Blutkörperchen nachgewiesen werden konnten. Unter so bewandten Umständen sollten die Tracheen, zwischen deren beide Häute der Blutstrom eindringe, nicht nur Athmungsorgane, sondern, da sie bei ihrer reichhaltigen Verzweigung an alle Organe diesen das Blut zuführten, gleichzeitig auch Ernährungsorgane sein, so dass für Blanchard der bekannte Cuvier'sche Ausspruch, dass bei den Insekten nicht das Blut die Luft, sondern die Luft das Blut aufsuche, seine Gültigkeit verloren hatte. Trotzdem hat letzterer, so weit er überhaupt richtig ist, auch heut zu Tage noch seine volle Gültigkeit, da sich die Blanchard'sche Theorie der peritrachealen Blutcirculation als irrig erwiesen hat. Nachdem dieselbe schon von Dufour

*) De la circulation dans les Insectes (Annal. d. scienc. natur. 3. sér. IX. p. 359 ff.)

durch physiologische Gründe widerlegt und die durch Injektionen hervorgerufene Färbung der Tracheen auf eine Infiltration ihres Gewebes zurückgeführt worden war, haben später de Filippi und Williams gegen eine Circulation zwischen den Tracheenhäuten das feste Zusammenhaften dieser geltend gemacht und ersterer zugleich nachgewiesen, dass die von Blanchard für Blutkörperchen gehaltenen Bildungen nichts als die dem Peritonealtiberzuge eigenthümlichen Zellen seien.

D. Athmungsorgane. Obwohl specifische die Respiration vermittelnde Organe sehr allgemein bei den Arthropoden ausgebildet sind, so fehlt es doch an Formen, denen sie vollständig abgehen, keineswegs. Es gehören hierher zunächst fast alle diejenigen, bei welchen bisjetzt auch der Nachweis eines Circulations-Apparates nicht gelungen ist, ausserdem aber auch mehrfach solche, bei denen jener in verschiedenen Graden der Vollkommenheit existirt. So fehlen z. B. unter den niederen Crustaceen die Athmungsorgane auch denjenigen Copepoden, welche, wie *Cyclopsine* u. A. ein deutlich pulsirendes Herz besitzen und bei den mit einem gekammerten Rückengefäss versehenen Pycnogoniden hat man gleichfalls noch keine Spur derselben auffinden können; ja, was besonders auffallend erscheinen muss, es fehlen die Athmungsorgane in den höher organisirten Abtheilungen hier wieder einzelnen Formen, deren nächste Verwandte sie besitzen. Bei weitem die Mehrzahl dieser der Respirations-Werkzeuge entbehrenden Arthropoden sind in ihrer Lebensweise auf das Wasser angewiesen und scheinen den Mangel derselben einerseits durch ein sehr zartes, flächenhaft entwickeltes Körper-Integument, andererseits durch die fast ununterbrochene Bewegung, in welcher entweder der ganze Körper oder einzelne Theile derselben, wie besonders die Extremitäten, begriffen sind, zu ersetzen. Die Annahme, dass bei solchen Formen die Respiration durch die ganze Körperhaut vermittelt wird und dass dabei die in steter Schwingung begriffenen Anhangsgebilde als Strudelorgane zur Herbeischaffung neuen Wassers dienen, lässt sich durch die Wahrnehmung stützen, dass gerade die zur Wasserathmung dienenden Kiemen in ihrer primitivsten Gestaltung dünnhäutige, lamellöse Platten darstellen, in dieser einfachsten Form aber zugleich ganz allgemein an den lokomotorischen Gliedmaassen aufgehängt oder selbst durch Umformung einzelner Theile derselben hervorgebildet sind.

Die als selbstständige Gebilde auftretenden Athmungsorgane hat man nach ihrer Form und der Art ihrer respiratorischen Wirksamkeit als Luftröhren (*Tracheae*), Lungen (*Pulmones*) und Kiemen (*Branchiae*) unterschieden, letztere ausserdem in eigentliche und Tracheenkiemen gesondert. Morphologisch lassen sich die nur bei den höheren Arachniden (*Pedipalpi*, *Araneina*) vorkommenden Lungen und die unter den im Wasser lebenden Insektenlarven weit verbreiteten Tracheenkiemen als den Tracheen gleichwerthige und nur in ihrer Form modificirte Gebilde nachweisen, so dass also nur zwei ihrer Entstehung nach wesentlich verschiedene Categorien von Athmungsorganen: Kiemen und Tracheen verbleiben würden.

Ausser ihren morphologischen Beziehungen zum Körperbau im Allgemeinen lässt sich aber auch zwischen ihnen in der That kein durchgreifender Unterschied feststellen. Im Gegentheil sind gewisse Form-Modifikationen der Tracheen, wie z. B. die „Lungen“ der Scorpione und Webespinnen in funktioneller Beziehung den Kiemen der höheren Crustaceen (Decapoden) viel verwandter als den ihnen homologen Tracheen der Insekten, indem sie, gleich jenen auf bestimmte Körpertheile beschränkt, nur eine lokale Respiration vermitteln: und die an der Aussenseite des Körpers frei hervortretenden Tracheenkiemen der Wasser-Larven haben wenigstens das mit den wirklichen Crustaceen-Kiemen gemein, dass sie durch Endosmose die im Wasser befindliche atmosphärische Luft dem Körper zuführen.

a) Was zunächst die eigentlichen Kiemen (*Branchiae*) betrifft, so kommen dieselben ausschliesslich den im Wasser lebenden Crustaceen zu und treten hier ganz allgemein als Anhänge, oder wie dies ihr Verfolg bis zu den niedrigst organisirten Formen deutlich erkennen lässt, sogar als integrirende Theile der paarigen Körper-Gliedmaassen auf. Dass sie sich in einzelnen Fällen, wie bei den am höchsten organisirten Decapoden, partiell ganz von diesen abheben und sich der benachbarten Körperwandung inseriren, kann gegen diese Auffassung um so weniger in Betracht kommen, als einerseits dergleichen Ausnahmen im Verhältniss selten zur Erscheinung kommen, andererseits aber auch in diesem Fall die Mehrzahl der Kiemen ihre nahe Beziehung zu den Gliedmaassen festhält. So auffallend übrigens ein derartiges Lagerungsverhältniss der Respirationsorgane im Gegensatz zu den Tracheen der Insekten und den Lungen der Spinnen erscheinen mag, so findet es doch seine Erklärung leicht in dem Umstande, dass bei den Ringelwürmern, welchen sich die Crustaceen als die auf der niedrigsten Stufe des Arthropoden-Typus stehende Classe zunächst anschliessen, die gleiche Erscheinung eine weite Verbreitung hat, indem sich hier die respiratorischen Organe sehr allgemein als Anhänge der sogenannten Füssstummel zu erkennen geben. Ausserdem liegt für diese Einrichtung aber auch ein physiologischer Grund vor, welcher bei den ausser dem Wasser lebenden und daher die atmosphärische Luft auf direktem Wege athmenden Arthropoden wegfällt: nämlich die stete Erneuerung des für die Respiration dienenden Wassers, welche durch die in steter Bewegung befindlichen Gliedmaassen vermittelt wird und den Kiemen somit auf dem direktesten Wege zu Gute kommt. Letzterer Umstand macht es auch erklärlich, dass diese Kiemen je nach der Zahl und Funktion der Gliedmaassen in mannigfaltigster Vertheilung bald auf alle, bald nur auf bestimmte Körperabschnitte zur Ausbildung kommen und dass sie je nach Bedarf ebenso wohl an den Kiefern oder Kieferfüssen als an den Beinen des Cephalothorax oder des Postabdomen angeheftet sein können. Lässt sich ein derartiger Wechsel in dem Sitz der Respirationsorgane selbst bis in die höher organisirten Ordnungen der Crustaceen verfolgen, so tritt er doch ganz besonders bei den als Entomotraken bezeichneten niederen Formen auf, an welchen zugleich die Hervorbildung