Studien an einer Daphnide,
Simocephalus sima.

Beiträge zur Kenntnis des Centralnervensystems und der feineren Anatomie der Daphniden.

Von

William A. Cunnington
aus London.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Jena.)

Hierzu Tafel XXIV—XXVI und 6 Figuren im Text.

Uebersicht des Inhalts.

Einleitung.
Historische Uebersicht.
Technisches.
Biologische Bemerkungen.
Die Schale.
  Ecdysis.
Centralnervensystem.
  Allgemeine Verhältnisse.
  Ganglion opticum.
  Gehirn.
  Circum-ösophagealer Ring.
  Bauchmark.
  Vergleichender Teil.
Sinnesorgane.
  Das zusammengesetzte Auge.
  Das Medianauge.
  Das Riechorgan.
  Das Nackenorgan.
Darmkanal.
  Oesophagus.
  Mitteldarm.
  Enddarm.
Muskulatur.
Drüsenzellen etc.
  Drüsenzellen und Bindegewebszellen.
  Das Haftorgan.
Die Schalendrüse.

Die Daphniden gehören seit den Arbeiten von Leydig, Claus und Weismann zu den anatomisch am besten bekannten Abteilungen des Tierreichs. Trotzdem erwies es sich als lohnend, eine neue Untersuchung einer einzelnen Daphniden-Art vorzunehmen. Denn die genannten Autoren machten ihre Beobachtungen hauptsächlich an den lebenden Tieren oder haben die Teile an konservierten Tieren durch Zerzupfen zu präparieren versucht. Aber trotz der großen Durchsichtigkeit des Körpers blieben doch einzelne Teile der Organisation schwer oder gar nicht erkennbar. Dies gilt besonders von der Bauchganglienkette, welche bei ihrer

versteckten Lage am lebenden Tier nicht bemerkt wird und welche so wenig bekannt ist, daß sie in den Lehrbüchern gar nicht abgebildet wird. Ich ging von der Absicht aus, auf Grund von Schnittserien eine genauere Darstellung des gesamten Centralnervensystems zu geben. Es ließ sich aber dann auf den Schnitten auch hinsichtlich der übrigen Organisation manches Neue erkennen, so daß ich nahezu alle Organsysteme mit Ausnahme des Genitalapparates in den Kreis der Betrachtung gezogen habe.

Vorliegende Arbeit wurde im zoologischen Institut der Universität Jena ausgeführt. Herrn Prof. Dr. H. E. Ziegler spreche ich für seine freundliche Unterstützung und das Interesse, das er meinen Untersuchungen entgegenbrachte, meinen wärmsten Dank aus.

Für die freundliche Ueberlassung seines Schaukelmikrotoms, welches für die vorliegende Untersuchung besser als andere Mikrotome sich bewährte, sowie für gelegentliche wertvolle Ratschläge bin ich Herrn Privatdocent Dr. L. Schultze zu Dank verpflichtet.

Historische Uebersicht.

Bekanntlich hat Schäffer (48), der geistreiche Prediger und Naturforscher in Regensburg, im Jahre 1755 zuerst eine genaue Untersuchung der Daphniden angestellt und mehrere Arten unterschieden. Die Art, mit welcher wir uns zu beschäftigen haben, wurde schon von diesem Autor erkannt und als der „ungeschwänzte zackige Wasserfloh“ — Pulex non caudatus — bezeichnet. Weil nun diese Form sehr häufig auftritt und durch die hinten abgerundete Schale von den anderen „geschwänzten“ Formen leicht zu unterscheiden ist, so finden wir sie fast immer, selbst von diesen frühen Zeiten an, unter verschiedenen Namen in den systematischen Werken genannt. — Ein großer Fortschritt auf diesem Gebiete war aber das bekannte Werk „Entomostraca seu insecta testacea“ von O. F. Müller (40), das, 1785 erschienen, bis zum heutigen Tage noch von Bedeutung ist. Neun Jahre früher (1776) hat derselbe Autor in seinem „Zoologiae danicae Prodromus“ (39) unsere Form als Daphne vetula erwähnt[1]; in seinem Hauptwerk aber hat er, um Verwechslungen mit dem Pflanzen-Genus Daphne zu vermeiden, den Gattungsnamen Daphnia auf-

1) Daphne, Name der in einen Lorbeerbaum verwandelten Tochter des Flußgottes Peneus, dem Tiere wegen seiner ästigen Ruderantennen beigelegt.

gestellt. Zur selben Zeit hat er, ohne irgend einen Grund dafür anzugeben, für unsere Form den Speciesnamen geändert, indem er jetzt von Daphnia sima spricht[1]). Als Synonymen sind die beiden Müller'schen Namen zu merken, da sie immer noch bei verschiedenen Autoren Verwendung finden (vergl. Baird, 1; Samassa, 46). — Dann haben wir im Jahre 1805 eine brauchbare Beschreibung unseres Tieres von Ramdohr (43), der in der That die verschiedenen Lebensprozesse sehr genau beobachtet hat, obgleich er über die Anatomie nicht ganz ins klare gekommen ist.

Zwei andere wichtige Schriften, von Hercule Straus (53) und und Louis Jurine (25), welche unsere Kenntnis dieser kleinen Crustaceen sehr gefördert haben, erschienen fast gleichzeitig (1819—20). Straus ist überhaupt der erste gewesen, der die Anatomie dieser Tierformen gut verstanden und beschrieben hat. In einem zweiten Teil der Arbeit (Ueber die Systematik) bespricht er unsere Art unter dem Namen Daphnia vetula. — Ein sorgfältiger und exakter Beobachter ist auch Jurine gewesen. Er bezeichnete alle diese Formen wegen ihres großen und auffallenden zusammengesetzten Auges als Monoculus. — Ein kurz danach erschienenes Werk von Gruithuisen (24) ist hauptsächlich deshalb zu erwähnen, weil es eine specielle Beschreibung von Daphnia sima enthält, hauptsächlich hinsichtlich des Blutkreislaufes. Die Angaben über die Cirkulation der Blutkörperchen sind zum Teil richtig, aber er glaubte zwei Herzen zu sehen — ein Arterienherz und ein Venenherz — und ist in anderen Beziehungen noch weiter zurück als seine Vorgänger. Von den Beinen hat er so wenig erkennen können, daß er sich verwundert, wie Müller nach deren Anzahl die Tiere klassifizieren konnte. — In seiner Synopsis der preußischen Crustaceen hat Zaddach (59) 1844 unsere Art erwähnt, aber die Kenntnis ihrer Struktur nur wenig gefördert. — Ein wenig später erschien eine Schrift von Liévin (34), die ebenfalls systematischer Art ist und die Branchiopoden aus der Gegend von Danzig behandelt.

In England und in Rußland wurden fast zu gleicher Zeit von Baird (1) und von Fischer (21) ähnliche systematische Untersuchungen veröffentlicht, welche die betreffenden Länder speciell berücksichtigten. Die Schrift von Baird ist eine ziemlich umfassende Behandlung der ganzen Gruppe der Entomostraca und enthält viele teilweise kolorierte Abbildungen. Hier sei auch darauf hinge-

---

1) Vermutlich hat Müller seine frühere Bezeichnung vetula (ein Alter, ein Greis) für zu wenig bezeichnend gehalten und deshalb sima (stumpfnasig, stülpnasig) vorgezogen. In der That ist der letztere Name charakteristischer und allgemeiner in Gebrauch gekommen. Deshalb behalte ich den Namen sima bei, obgleich vielleicht bei strikter Anwendung des Prioritätsprinzips vetula giltig wäre.

wiesen, daß bei Baird ein gutes Litteraturverzeichnis zu finden ist. — Die Schrift von Fischer, welche die in der Umgebung von St. Petersburg vorkommenden Arten behandelt, enthält neben einer guten Schilderung der schon bekannten auch eine Beschreibung verschiedener neuer Formen. — In einer kleineren Arbeit spricht Zenker (60) von der Bedeutung und Funktion des Medianauges — des „schwarzen Fleckes" — bei den Daphnoiden, und außerdem giebt er mancherlei über die Geschlechtsverhältnisse an und behandelt insbesondere die männlichen Geschlechtsorgane. — Liljeborg (35) hat in einem Werke, das 1853 zu Lund herausgegeben wurde, für Skandinavien eine systematische Beschreibung der dortigen Arten gegeben. — Die geschlechtlichen und parthenogenetischen Reproduktionsweisen bei Daphnia wurden von Lubbock (36) erforscht, der auch die Struktur des Ephippium und seiner Entstehungsweise klarlegte.

Im Jahre 1858 haben wir die Arbeit von Schödler (50) besonders zu bemerken, da er darin den neuen Genusnamen Simocephalus aufstellte, hauptsächlich in Hinsicht auf die vorliegende Species (S. vetulus), welche in großer Verbreitung und am häufigsten vorkommt. Den Unterschied zwischen dieser und den anderen Daphnia-Arten hielt er für genügend, um ein neues Genus zu begründen. Diese Schrift ist vorwiegend systematisch; Schödler ist aber ein sorgfältiger und genauer Beobachter gewesen, und in dieser Schrift, wie auch in seinen weiteren Beiträgen über Cladoceren (die für uns weniger in Betracht kommen), sind mancherlei anatomische und histologische Angaben zn finden.

Ein Werk, dessen große Bedeutung für unsere Kenntnis der Daphniden man kaum zu hoch anschlagen kann, ist die bekannte „Naturgeschichte der Daphniden" von Franz Leydig (33), Tübingen 1860. In diesem großen Buch, das mehr als 250 Seiten und 10 Tafeln umfaßt, hat Leydig für die damalige Zeit die Verhältnisse aufs genaueste angegeben, so daß bis zum heutigen Tage das Werk als die wertvollste Zusammenstellung auf diesem Gebiete gilt. Daß Leydig immer wieder zu erwähnen ist, kann als Beweis dafür gelten, daß seine Kenntnisse sehr weitreichend waren, und daß seine Schlüsse sich in vieler Hinsicht als richtig erwiesen haben. Selbstverständlich hat er die hauptsächlichste Litteratur in Betracht gezogen, aber leider sind seine Citate durch das Werk zerstreut und nicht in leicht übersichtlicher Weise zusammengestellt. Am Anfang der Beschreibung jeder Art jedoch giebt er eine ausführliche und wertvolle Liste der Synonymen der betreffenden Species. Obgleich sein Werk im Jahre 1860 erschienen ist, scheint er die kurz vorher herausgegebene Arbeit von Schödler nicht gesehen zu haben, da er immer noch die Müller'sche Bezeichnung Daphnia sima gebraucht. — Die kleine Abhandlung von Klunzinger (27), nur einige Jahre später, ist deshalb von Interesse, weil Klunzinger das schwer zugängliche Bauchmark einer Daphniden-Art zum erstenmal gesehen und abgebildet hat.

Wenn man auf die Arbeiten von Claus zu sprechen kommt,

so ist fast schwer zu sagen, welche von ihnen für uns die größte Bedeutung besitzt. Denn Claus hat fast die ganze Gruppe der Crustaceen in hervorragender Weise bearbeitet und beschrieben, und da er immer seine Aufgabe von einem vergleichenden Standpunkte aus behandelt, berührt er oft bei Besprechung anderer Tiere Punkte, die zu unserem Gebiet gehören. Verschiedene von den Schriften, welche die Cladoceren betreffen, werden später an den betreffenden Stellen anzuführen oder bei der vergleichenden Uebersicht des Nervensystems zu erwähnen sein. Hier sei nur auf die 1876 erschienene Arbeit über die Daphniden (13) aufmerksam gemacht, die, obwohl hauptsächlich von Daphnia similis handelnd, doch auch Beobachtungen über unsere Form und andere enthält. 10 Jahre später hat Claus in einem Werke über Branchipus und Artemia (17) zu seinen früheren Angaben über die Daphniden manches nebenbei hinzugefügt, was aus dem Titel nicht zu ersehen ist und worauf besonders verwiesen werden soll.

Weismann, der dritte Autor, dem wir so viele unserer jetzigen Kenntnisse über die Gruppe zu verdanken haben, schrieb schon 1874 seine wohlbekannte Schrift über Leptodora (54). Was für uns aber mehr in Betracht kommt, ist die Serie von Beiträgen zur Naturgeschichte der Daphniden (55), die 1876—79 herauskamen und die außer einer Anzahl vortrefflicher Beobachtungen über Eibildung und andere Geschlechtsverhältnisse auch verschiedenes Bionomische enthalten. — Zwei kleinere Arbeiten von Spangenberg (51, 52) [leider ohne Abbildungen und deshalb weniger wertvoll] müssen ebenfalls Erwähnung finden. Die erste stellt eine Beschreibung des Centralnervensystems von Daphnia magna und Moina rectirostris dar; die andere behandelt die Anatomie von Limnadia Hermanni. — Die Arbeit von Grobben (22) behandelt hauptsächlich die Entwickelungsgeschichte von Moina rectirostris, aber enthält auch mancherlei anatomische Angaben. So viel ich weiß, ist er der erste Beobachter, der die Methode des Schneidens bei den Cladoceren angewandt hat, und obgleich die Schneidetechnik noch in den ersten Anfängen war, hat er doch höchst beachtungswerte Resultate erzielt. Außer Grobben scheinen nur 4 Autoren mit Schnittserien über Cladoceren gearbeitet zu haben und sie haben sich alle auf ein specielles Gebiet beschränkt. — Carrière (8) untersuchte das zusammengesetzte Auge bei Simocephalus auf diese Weise, und Claus erwähnt in seiner wichtigen Arbeit über das Medianauge der Crustaceen (18), er habe den Bau desselben bei Daphnia pulex vermittelst sagittaler und transversaler Schnitte festgestellt.

In demselben Jahre (1891) erschien eine wichtige Schrift von Samassa (46), der zum ersten Mal das Nervensystem der Cladoceren auf Schnitten untersucht hat. Er betont auch die Thatsache, daß es erst durch Anwendung der Schnittserienmethode oder einer anderen modernen Untersuchungsart möglich werden könnte, die Verhältnisse des Nervensystems aufzuklären. Seine Untersuchung, die sich auf das Nervensystem von unserer Species (hier Daphnia

sima genannt), sowie auf Sida, Leptodora und Bythotrephes bezieht, ist mir natürlich bei meiner Arbeit zum Vergleich besonders wichtig gewesen. Inwieweit meine Resultate mit denjenigen von Samassa übereinstimmen, ist aus der speciellen Beschreibung des Nervensystems zu ersehen. — Carlton (7) hat neuerdings das Gehirn bei Leptodora hyalina geschnitten und die Lagebeziehungen zwischen Ganglienzellen und „Punktsubstanz" festzustellen versucht. Er hat außerdem das Gehirn und das Ganglion opticum mit den davon heraustretenden Nerven modelliert.

Ich bin von dem Plane ausgegangen, mittels der jetzt bedeutend verbesserten Technik und unter Anwendung stärkerer Vergrößerungen zu einer genaueren Kenntnis des Nervensystems zu kommen. Denn trotz aller der Forschungen der genannten Autoren war doch die Anordnung des Nervensystems, speciell die Form des Bauchmarks bei den Daphniden, nur unvollständig bekannt und in keinem Lehrbuch genügend beschrieben. Vermittelst der bekannten Plattenmodelliermethode gedachte ich ein brauchbares Gesamtbild des Nervensystems herstellen zu können, was, wie ich glaube, mir auch gelungen ist. Abgesehen vom Nervensystem habe ich dann noch fast alle übrigen Organsysteme in den Kreis der Untersuchung gezogen, insbesondere den Darmkanal und die Drüsenzellen.

Technisches.

Zur Konservierung wurden schnell eindringende Flüssigkeiten für absolut nötig gefunden, und zwar haben die verschiedenen Pikrinsäure-Mischungen besonders gute Dienste geleistet. Die bekannte starke Pikrinschwefelsäure, mit der gleich anfangs konserviert wurde, blieb immer eins der allerbesten Mittel. Ein Gemisch von 5 Teilen Aether und 1 Teil Alkohol absolutus, wie von G. W. Müller (38) benutzt für die schwer durchlässigen Ostracoden, hat sich auch als brauchbar bewiesen, leidet aber an dem Nachteil, daß das Färben nachher nicht sehr leicht ist. Daher schien eine Vereinigung der beiden Methoden ein noch besseres Resultat zu versprechen, indem die Anwesenheit von Pikrinsäure eine gute Nachfärbung veranlaßt und zur selben Zeit der Vorteil einer schnell eindringenden Flüssigkeit beibehalten wird. Zu dem Zwecke habe ich die Müller'sche Mischung auf krystallisierte Pikrinsäure wirken lassen, sorgte aber dafür, daß

diese im Ueberfluß vorhanden war, um eine gesättigte Lösung zu bekommen. Zum Gebrauch wurde natürlich dieser Pikrinätheralkohol aus der Vorratsflasche in eine andere sorgfältig abgegossen. Wie bei dem MÜLLER'schen Verfahren sind die lebenden Tierchen mit möglichst wenig Wasser hineinzuwerfen und damit zu schütteln. Nach einer Minute kommen sie in 70-proz. Alkohol, müssen aber darin bleiben, bis die Pikrinsäure ordentlich ausgewaschen ist und sie wieder weiß geworden sind. Auf diese letztbeschriebene Weise ist mein Material meistens konserviert worden, und dies liefert im allgemeinen die am meisten zufrieden stellenden Resultate.

Was das Färben betrifft, so wurden ganze Tiere mit Hämatoxylin (nach EHRLICH) gefärbt und nach dem Schneiden auf dem Objektträger mit Orange G (GRÜBLER) behandelt. Das Orange G löst sich ganz leicht im Wasser, dagegen in starkem Alkohol nur spärlich. Nimmt man aber 70-proz. Alkohol und gießt etwas Essigsäure dazu, so kann man eine genügende Quantität Orange darin lösen. Darin liegt eine Vereinfachung, da dann die allmähliche Ueberführung in wässerige Lösung und die stufenweise Rückführung in starken Alkohol wegfällt. Die so hergestellte Lösung von Orange G färbt sehr rasch und sehr intensiv, daher darf man die Objektträger höchstens eine Minute darin lassen. Am besten ist es aber, eine Kontrolle mit dem Mikroskop vorzunehmen, und wenn die Objekte gut differenziert sind, sie sogleich fertigzustellen.

Zum Schneiden wurde ziemlich hartes Paraffin (Schmelzpunkt 56—58° C) benutzt, da das Chitingerüst der Tiere eine möglichst feste Einbettung verlangt. Geschnitten wurde mit dem von P. MAYER und E. SCHÖBEL verbesserten neuen Schaukelmikrotom, das sehr viel Zeit und Mühe erspart, da die Schnitte immer bandweise zu bekommen waren.

Was schließlich das Modellieren anlangt, so wurde die bekannte BORN'sche Methode benutzt. Ich wandte 1 mm starke Wachsplatten und 200-fache Vergrößerung an, da die Dicke der Schnitte 5 μ betrug. Mit Hilfe einer gewöhnlichen Camera lucida wurden die betreffenden Stellen sogleich auf der Wachsoberfläche mit einer feinen Nadelspitze gezeichnet. Das Ausschneiden wurde ebenfalls mit einer stärkeren Nadel auf einer Glasscheibe ausgeführt und die ausgeschnittenen Stücke vermittelst einer heißen Stecknadel einfach aneinander geklebt.

Biologische Bemerkungen.

(Anheftung, Bedeutung der Beinbewegungen, Nahrungsaufnahme, Reaktion auf Lichtreize, Fortpflanzung, Verbreitung.)

An dieser Stelle möchte ich ein paar Worte über die Lebensweise dieser Art sagen, weil sie einiges Interessante darbietet und weil dieses Kapitel im allgemeinen nur wenig berührt wird. Schon durch ihre besondere Art der Fortbewegung sind die Arten der Gattung Simocephalus von den meisten nahestehenden Formen leicht zu unterscheiden. Schödler (50), der im Jahre 1858 diese Tiere zuerst von Daphnia getrennt und das Genus Simocephalus gegründet hat, war, wie er sagt, durch die Bewegungsart und die in Nachstehendem zu besprechende Anheftungsweise zu der Abtrennung veranlaßt worden. Die Tiere sind nämlich Rückenschwimmer, und die erwachsenen Weibchen schwimmen in dieser Lage mit Hilfe ihrer zweiten Antennen ganz rasch, aber nie sehr lange, da sie sich bald an Wasserpflanzen oder an die Gefäßwände anheften. Die aufrechte Schwimmlage mit dem Kopf nach oben, die für Daphnia pulex und verwandte Arten so charakteristisch ist, sieht man selten bei erwachsenen, häufiger aber bei jungen Tieren. Oft läßt sich ein Tier in dieser Lage langsam durch das Wasser sinken, bis es plötzlich mit kräftigen Bewegungen der Ruderantennen wieder fortschwimmt. Darauf, daß der Schalenbau für schnelles und gleichmäßiges Schwimmen ein sehr günstiger ist, hat schon Schödler aufmerksam gemacht. Man sieht in den abgebildeten Querschnitten, besonders in Fig. 24, die laterale Zusammendrückung der Schalen, welche dieser Anpassung entspricht.

Die eigentümliche Anheftung ist schon 1805 von Ramdohr (43) erwähnt und dann 1820 von Jurine (25) beschrieben worden wie folgt: „Cet animal est paresseux, il se tient fréquemment fixé contre les parois du vase, qui le renferme, ou contre la tige des conferves.“ Es ist wieder Schödler, dem wir die Erklärung dieses Vorganges verdanken. Die Leichtigkeit des Anheftens wird durch die eigentümliche Form einer Fiederborste der Ruderantennen ermöglicht. Merkwürdig ist es, daß der sonst genaue Leydig (anscheinend ohne die Angabe Schödler's zu kennen) diese Einrichtung vollständig übersehen hat und außerdem die Zahl der Glieder unrichtig angiebt. Das Basalglied der Antennen trägt, wie Schödler richtig beschreibt, einen äußeren viergliedrigen

und einen inneren dreigliedrigen Ast. Die Fiederborsten sind dreigliedrig und auf dem Distalglied beider Aeste sind je 3 vorhanden. Das 3. Glied des äußeren Astes und das 1. und 2. des inneren besitzen je eine Fiederborste. Die äußerste Fiederborste des äußeren Astes ist es, welche eine Umwandlung aufweist. Sie ist, wie Schödler geschildert hat, viel kürzer und nach auswärts gekrümmt, nur auf der äußeren Seite des proximalen Gliedes mit Härchen versehen und besitzt außerdem am Ende eine aufwärts gekrümmte Kralle. Seitlich an der Kralle stehen einige winzig kleine Härchen, welche offenbar auch bei der Anheftung behilflich sind. Auf der beistehenden Textfigur 1, an welcher nur der äußere Ast ganz gezeichnet ist, sieht man das Wesentliche dieses Anheftungsmechanismus. Mit dieser modifizierten Fiederborste gelingt es dem Simocephalus, selbst an glatten Glasscheiben Rauhigkeiten zu finden, welche das Anheften ermöglichen. Doch habe ich dies bei den reinen geschliffenen Glaskästchen, die ich für meine Versuche benutze, als schwierig erkennen können, während die Tiere sich mit der größten Leichtigkeit (oft nur mit einer Antenne) an Wasserpflanzen anheften.

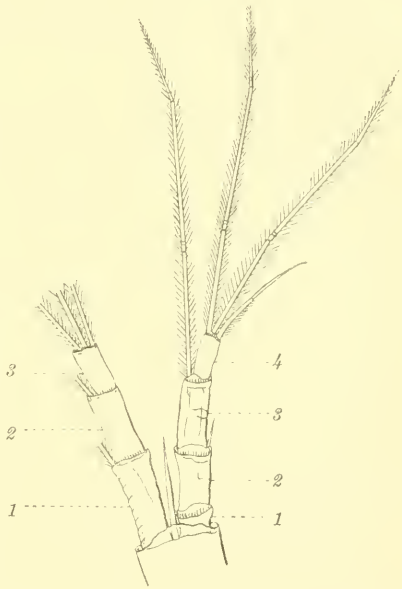


Fig. 1. Zweite Antenne von Simocephalus sima. Man sieht rechts den kleinen Haken, welcher zur Anheftung dient. Die Zahlen geben die 4 Glieder des äußeren Astes und die 3 Glieder des inneren Astes an. Vergr. 70.

Da die genaue Haltung des angehefteten Tieres meines Wissens nirgendwo angegeben ist, habe ich mit horizontalem Mikroskop besonders darauf geachtet und in Fig. 4 seine Lage so gut wie möglich abgebildet. Die Ruderantennen sind vermittelst der erwähnten Krallen an dem Gegenstande befestigt und der ganze Körper hängt frei hinunter. Wie in Fig. 4 zu sehen ist, legt sich auch die nächste Fiederborste an die Glasplatte an und kann wohl als Stütze dienen.

Ich glaube, daß die Fähigkeit der Anheftung, welche den

anderen Daphniden fehlt, für die vorliegende Gattung eine bionomische Bedeutung hat, indem sie sowohl hinsichtlich der Respiration als hinsichtlich der Ernährung nützlich ist. Bekanntlich ist die Respiration abhängig von der Einwirkung des Wassers auf das Blut durch die Schalen, die Haut und besonders die Beine mit ihren Kiemensäckchen hindurch. Betrachten wir ein Tier in der hängenden Lage, so ist nach Zusatz von etwas Indigo oder Karmin leicht zu sehen, daß ein kontinuierliches Durchströmen des Wassers zwischen den Schalenklappen stattfindet, verursacht durch das regelmäßige Schlagen der 5 Beinpaare. Ebenso wie die Farbkörnchen werden Nahrungsteilchen durch den Wasserstrom herbeigeführt.

Eine gewisse Vorstellung von der großen Bedeutung der regelmäßigen Beinbewegungen bekommt man durch folgende Zahlen. In der größten Anzahl von Fällen führt ein ruhig hängendes Tier mit den Beinen nicht weniger als 300 Schläge in einer Minute aus (bei Zimmertemperatur). Alle Tiere, die mit normaler Geschwindigkeit die Beine bewegten, zeigten nahezu genau diese Zahl. Meine Zählung wurde bei verschiedenen Tieren und unter verschiedenen Umständen ausgeführt, und nur ausnahmsweise habe ich eine geringere Zahl, nämlich 200 bis 150 Schläge gefunden. Die große Bedeutung der Beinbewegungen geht auch daraus hervor, daß bei Tieren, welche unter schlechten Bedingungen stehen [1]), und selbst bei absterbenden Tieren die Schlagthätigkeit, wenn auch oft äußerst verlangsamt, bis zum Ende zu beobachten ist.

Beiläufig mag bemerkt werden, daß die Zahl der Beinbewegungen nahezu mit der Zahl der Herzschläge übereinstimmt, da die Zahl der letzteren nach meinen Zählungen bei normalen Tieren 250—300 in der Minute beträgt [2]). Ich habe in meinen Experimenten festzustellen versucht, ob eine bestimmte Korrelation zwischen Beinschlägen und Herzschlägen existiert. Eine strenge Beziehung habe ich nicht gefunden. Fast ohne Ausnahme ist das Schlagen des Herzens etwas langsamer als das der Beine. Ein scheinbarer Zusammenhang zwischen den beiden besteht aber insofern, als bei denjenigen Individuen, welche eine ungewöhnlich

---

1) Durch Mischung von ganz wenig Chloroform zum Wasser kann man Verlangsamung und selbst Stillstand der Bewegungen erreichen. Dauert die Chloroformierung nicht zu lange, so kann sich das Tier in reinem Wasser wieder erholen.

2) Schödler (49) bestimmte die Zahl der Herzschläge bei Acanthocercus auf 250 pro Minute.

langsame Beinbewegung zeigen, auch ein verlangsamter Herzschlag zu beobachten ist. Der Einfluß der Kälte auf die Schlagthätigkeit läßt sich auch erkennen, da sie auf beide hemmend wirkt.

Wie die Beinbewegungen zur Einnahme der Nahrungspartikel dienen, ist leicht verständlich. Wie Weismann (55, p. 170) sehr genau geschildert hat, sind die Tiere nämlich einfach gezwungen, alles zu fressen, was mit dem hindurchziehenden Wasserstrom hineingelangt. Die verschiedenen nachher zu erwähnenden Fütterungsversuche, wobei farbige Partikelchen in dem Wasser suspendiert wurden, haben dies auf das schönste gezeigt. In einem schmalen Glaskästchen unter horizontalem Mikroskop konnte man bei angehefteten Tieren die genaue Bahn der Partikel mit großer Leichtigkeit verfolgen. In einem kontinuierlichen Strom gingen sie zwischen den vorderen Schalenrändern hinein; das hinten herausströmende Wasser war ganz rein und nur durch seine Wirkung auf andere passive Teilchen wahrzunehmen. In Fig. 4 habe ich mit den Pfeilen die Richtung dieser Strömung anzugeben versucht. Die Farbkörnchen häufen sich in der medianen Rinne am Bauche des Tieres an, so daß sie hier einen farbigen Streifen bilden, welcher zwischen der Basis der ersten Beine und zwischen den Maxillen gelegen ist und unten teilweise von der Oberlippe begrenzt wird. Das vordere Ende der Bauchrinne ist nämlich mit feinen Härchen besetzt, während die gegenüberliegende Oberlippe auf ihrer etwas vorgewölbten Oberfläche ebenfalls einen Härchenbesatz zeigt. Die Haare sind besonders oben zwischen der Basis der Maxillen zu bemerken, erstrecken sich aber noch weiter nach vorn und etwas weiter nach hinten. Eine solche Einrichtung ist nach Claus (17, p. 62) auch bei Branchipus wahrzunehmen, und wenn wir uns seiner Benennung anschließen, können wir die obere Partie als Hypopharynx, die untere als Epipharynx bezeichnen. Allem Anschein nach spielen diese Härchen eine Rolle bei der Bildung des erwähnten länglichen Streifens, indem sich die Körnchen zwischen denselben ansammeln und durch sie festgehalten werden. Durch die Bewegungen der Maxillen wird dieser Streifen nach vorn geschoben, so daß er successive zwischen die Kauflächen der Mandibeln gelangt, welche bei vorhandener Nahrung fortwährend Kaubewegungen ausführen und die gekaute Nahrung in den Oesophagus abgeben. Es ist wahrscheinlich, daß von der Spitze der Oberlippe an das Sekret der Oberlippendrüsen sich mit dem Streifen der Nahrungskörperchen vermischt, vielleicht auch die einzelnen Körnchen zusammenhält.

Die Bedeutung der Haare, die eine Art Franze um die freien Schalenränder herum bilden, ist erst in Beziehung zum hindurchströmenden Wasser zu verstehen. Diese Haare sind nämlich am vorderen und am hinteren Rande der Schale kurz oder fehlen vollständig; unten dagegen sind sie lang und greifen auf solche Weise ineinander, daß sie ein förmliches Sieb bilden. Der Vorteil dieser Einrichtung ist leicht verständlich und läßt sich oft unter dem Mikroskop direkt beobachten. Fest geschlossen sind die Schalenränder selbst unten nicht, und durch den Hauptstrom wird eine Nebenströmung von unten her bedingt. Größere Partikel, die hierdurch mitgerissen werden, bleiben einfach an den Haaren hängen. Zwischen die hinteren Beine mit ihren zarten kammartigen Anhängen können daher grobe Partikel nicht hineinkommen; die von vorn hereintretenden Partikel kommen nur zu der sich anhäufenden Nahrungsmasse in dem vorderen Teil der Bauchrinne. — Von dem hinausströmenden Wasser werden auch die Faeces fortgeführt.

Ueber die Bestandteile der Ernährung hat Weismann (55, p. 170) angegeben, daß die Daphniden tierische und pflanzliche Zerfallprodukte aufnehmen. Ich kann dieser Angabe zustimmen. Herr Dr. Detto, Assistent am hiesigen Botanischen Institut, hat die Güte gehabt, für mich den Darminhalt zu untersuchen, und spreche ich ihm hiermit für die mir geleistete Hilfe meinen besten Dank aus. Unter sehr vielen unerkennbaren verfaulenden organischen Teilchen konnten deutlich Diatomeen-Reste erkannt werden — von kleineren Formen ganze Skelette, von größeren Bruchstücke. Außerdem waren von Algen einige Schwärmsporen oder einzellige Stadien noch zu erkennen. Tierische Ueberreste habe ich als solche nicht unterscheiden können, doch nach der erwähnten Ernährungsweise wäre es unmöglich, tierische Zerfallprodukte zu vermeiden.

Wie es bei solchen kleinen Entomostraca fast immer der Fall ist, so reagiert auch Simocephalus auf Lichtreize stark positiv phototaktisch. Ich habe gelegentlich in meinen Gläsern sehen können, wie die Tiere sich an der dem Licht zugewendeten Seite ansammelten. Dasselbe Resultat erhielt Yerkes (57) bei Experimenten mit Daphnia pulex. Hier seien dann ferner die interessanten Experimente von Yerkes (56) erwähnt, die gerade an unserer Art ausgeführt wurden. Er hat festgestellt, daß die Tiere positiv photopathisch reagieren, d. h. daß sie von einer wenig beleuchteten Stelle an eine hell beleuchtete heranzukommen

suchen. Es wird unterschieden zwischen Phototaxis und Photopathie; ersteres Wort bezeichnet eine Reaktion auf Lichtstrahlen, welche in der Richtung der Strahlen positiv oder negativ zur Wirkung kommt. Photopathie dagegen bezeichnet die Reaktion auf Helligkeitsunterschiede, welche von der Richtung der Lichtstrahlen unabhängig ist.

Der Prozeß der Häutung (Ecdysis), welcher bei den Cladoceren bis jetzt, wie es scheint, nur sehr wenig berücksichtigt wurde, bietet trotzdem einiges Interessante, und ich werde ihn daher später in einem besonderen Abschnitt ausführlicher besprechen (im Anschluß an die Beobachtungen über die Schale).

Was die Fortpflanzung anbetrifft, so vermehren sich die Tiere bekanntlich während des größten Teiles des Jahres parthenogenetisch. Dies gilt insbesondere für die warme Jahreszeit, jedoch kann die parthenogenetische Vermehrung bis in den Winter hinein beibehalten werden. Im letzten Winter (1901—02), welcher durch eine ungewöhnliche Milde ausgezeichnet war, habe ich bis tief in den Winter hinein verschiedene Tiere noch mit parthenogenetischen Eiern gefangen. Selbst noch am 29. Januar (wie ich notiert finde) bekam ich mehrere Simocephalus mit solchen Eiern, und am folgenden Tage fischte ich auch eine Anzahl davon, obgleich eine Eiskruste durchbrochen werden mußte[1]). Individuen mit Wintereiern und Ephippien wurden bis dahin noch nicht angetroffen. Mitte Februar bei kälterem Wetter erhielt ich verschiedene Daphnia mit Wintereiern und außerdem ein Exemplar von Simocephalus mit Ephippium. Am 22. Februar waren unter dickem Eis in dem schon erwähnten Teich keine Cladoceren mehr zu finden, und bis in den Mai hinein habe ich keine weiteren finden können. In meinen Gefäßen im Laboratorium haben sich die Tiere immer weiter parthenogenetisch fortgepflanzt, den ganzen Winter hindurch — jedenfalls bis zu den Osterferien zu Anfang März. Männchen habe ich nur im Oktober und Anfang November gefunden, außerdem auch Anfang Juni.

Weismann berichtet, daß bei Simocephalus sima in der Rheinebene bei Freiburg i. B. zwei Sexualperioden auftreten, die eine im Frühjahr, die andere im Spätjahr. Er fand auch im Mai Geschlechtstiere und parthenogenetische Weibchen massenhaft nebeneinander; ferner berichtet er nach Experimenten von van

---

1) Weismann giebt ebenfalls an (p. 395), daß Simocephalus zu den gegen Kälte ziemlich unempfindlichen Arten gehört.

Rees, daß schon nach einer Generation von parthenogenetischen Weibchen wieder Geschlechtstiere auftreten (55, p. 370).

Meine Befunde lassen sich sehr gut mit den Beobachtungen von Weismann vereinigen. Ich fand Männchen und Weibchen mit Ephippien und Dauereiern Anfang Juni, und dürfte diese Sexualperiode dieselbe sein, welche Weismann im Mai beobachtete, da hier in Jena das Tierleben (wie auch die Vegetation) im Vergleich mit Freiburg i. B. etwas verspätet ist. Die zweite Sexualperiode fiel, wie oben genauer gesagt, in den Winter. Auch Weismann berichtet, daß die Sexualperiode des Spätjahres sich in den Winter hinein ausdehnen kann; er fand in einem Tümpel „vom 15. Oktober 1876 bis Ende Januar 1877 fortwährend eine kleine Minorität von Geschlechtstieren neben einer großen Ueberzahl von Jungfernweibchen" (p. 423). Ob die Geschlechterfolge, wie Weismann angiebt, immer eine regelmäßig alternierende ist (Abwechslung geschlechtlicher und parthenogenetischer Generationen) kann wohl nur durch eigens für diesen Zweck angestellte Züchtungsexperimente entschieden werden. — Die Zahl der Sommereier ist bei Simocephalus eine kleinere als bei der Mehrzahl der gewöhnlichen Daphnia-Arten. Bei den letzteren steigt die Zahl nach einer Angabe von Schödler auf 40 und mehr[1]): die größte Anzahl, die ich bei Simocephalus fand, ist 13, obgleich Schödler angiebt, daß auch hier die Zahl auf 20—30 steigen kann. In dem Ephippium findet man bei Simocephalus nur ein Ei, wie schon Schödler beobachtete.

Noch eine kurze Erwähnung fordert schließlich das Vorkommen dieser Tiere im allgemeinen. In Süßwassertümpeln und -teichen ist unser Simocephalus sehr häufig und sehr weit verbreitet. In Amerika wie in Europa scheint diese Form eine

---

1) Da bei der parthenogenetischen Fortpflanzung im größten Teil des Jahres nur Weibchen entstehen, verläuft die Vermehrung sehr rasch. So schreibt Schödler in Bezug auf Daphnia pulex (50, p. 14): „Die zur Entwickelung erforderliche Zeit beträgt in den Sommermonaten nicht mehr als 3—4 Tage. Lievin erhielt, was hier durchaus nichts Ungewöhnliches ist, von einem Weibchen in 5 Brutfolgen innerhalb 20 Tagen 209 Junge. Nimmt man mit ihm, offenbar weit hinter jener Beobachtung und dem wirklichen Verhältnis zurückbleibend, an, daß jedes Tier in je 10 Tagen jedesmal nur 20 Embryonen und überhaupt nur 5 Brutfolgen zur Entwickelung bringe, so würde doch von einem einzigen Weibchen in 100 Tagen eine Nachkommenschaft von beinahe anderthalb Billionen zu zählen sein."

von den allerhäufigsten Daphniden zu sein. Es wird angegeben, daß in Süddeutschland diese Art noch häufiger ist als Daphnia pulex. Für die hiesige Gegend scheint dies auch zuzutreffen; bemerken möchte ich nur dazu, daß das Erscheinen und Verschwinden dieser Tiere oft sehr plötzlich und ohne erkennbare Ursache vor sich geht. Im Laufe einiger Tage wurde z. B. ein Teich, wo ich oftmals vergeblich gefischt hatte, in großen Scharen mit Simocephalus bevölkert. Die Verhältnisse scheinen sich allerdings nicht immer gleich zu bleiben, da ich in diesem Jahre (1902) im Mai Daphnia pulex und D. longispina häufiger als Simocephalus gefunden habe.

Die Schale.

Die Form der Schale ist schon von Schödler (50) und von Leydig (33) genau beschrieben worden. Der hinuntergebogene Kopf mit stumpfer aufgestülpter „Nase" — daher der Name Simocephalus — und die etwas quadratischen Schalen ohne irgend einen Dornfortsatz sind auffallende Kennzeichen der Gattung. Man kann an der Schale den Kopfschild und die beiden Schalenklappen unterscheiden, welche letzteren in median-dorsaler Linie zusammenhängen. Der Kopfschild ist oben nach hinten in einen Fortsatz ausgezogen, welcher mit der Spitze noch hinter das Herz zurückgreift, ein Verhältnis, welches Leydig (Fig. 24) deutlich abgebildet hat. Ich komme darauf bei der Besprechung der Häutung zurück.

Die Schale ist am hinteren Teil des Körpers nicht mit diesem verbunden; kurz hinter der Schalendrüse und der Ansatzstelle der großen Adductoren der Schalen wird der Körper vollständig frei. Der obere Teil des von der Schale eingeschlossenen Raumes bildet den Brutraum. Derselbe erstreckt sich seitlich etwas weiter nach vorn, als es in der Mittellinie der Fall ist. Die Einrichtungen zum Verschluß des Brutraumes sind von zweierlei Art. Bekanntlich erheben sich von der Rückenhaut am hinteren Ende des Brutraumes zwei hintereinander gelegene Zipfel, die den Verschluß nach hinten bewirken. Man bemerkt bei einem trächtigen Weibchen sehr deutlich, wie der vordere Zipfel, durch Blutzufuhr stark aufgetrieben, sich an die dorsale Schalenwand anlegt. Sogar in den Schnittserien habe ich beobachten können, wie der vordere Zipfel von Blutkörperchen strotzt. Weismann (55, p. 174) giebt für Simocephalus das Gegenteil an, nämlich daß

der zweite Zipfel bei dieser Gattung den genauen Schluß bewirkt. Als weitere Verschlußeinrichtungen funktionieren zwei Seitenfalten des Körpers, die erst im Querschnitt zu erkennen sind; sie scheinen deshalb bis jetzt der Beobachtung entgangen zu sein. Man sieht sie deutlich in Fig. 24, freilich in etwas gefaltetem Zustande; bei normaler Ausdehnung könnten die Falten wohl die Schalen berühren.

Das Kopfschild besitzt seitlich zwei große, dachartige Vorsprünge (obere Kopfkanten), welche die Ansatzstellen der zweiten Antennen überragen und sich nach vorn bis in die Gegend des großen Auges erstrecken. Als deutliche Linie ist diese vorspringende Falte schon in der Seitenansicht eines lebenden Tieres zu bemerken, doch kommt die richtige Natur des Vorsprunges nur im transversalen Schnitt zur Geltung (Fig. 22 *o.kk*).

Von den Haaren, welche an dem unteren Schalenrand eine Art Franze bilden, ist nur wenig zu sagen. Sie sind nicht Fortsätze des untersten freien Randes, sondern haben ihre Ansatzstellen innerhalb der Schalen in geringem Abstande von dem eigentlichen Rande. Diese Thatsache zeigt sich besonders im Querschnitt deutlich (Fig. 23 *fr.h*). Die Haare sind nach innen gerichtet und greifen daher in der Mittellinie ineinander, ein sehr wirksames Sieb bildend. Am vorderen und am hinteren Teile des ventralen Randes sind die Haare kurz; nur in der Mitte sind sie von bedeutender Länge. Hinten geht die Haarreihe allmählich in eine Reihe kurzer Stacheln mit dazwischenstehenden feinen Härchen über. Diese Stachelreihe setzt sich in gleicher Weise wie die Haarreihe fort, am hinteren Schalenrand entlang, bis zur Verwachsungsstelle der beiden Schalen an ihrer postero-dorsalen Ecke.

Die Skulptur der Schalen besteht aus den schräg verlaufenden Linien, die sogleich in die Augen fallen und die für die Gattung ganz charakteristisch sind. Nach Leydig (p. 155) sind die Linien erhaben und nicht vertieft. In den Schnittserien läßt sich nichts von der Skulptur erkennen, doch glaube ich die Angabe Leydig's auf Grund meiner Beobachtungen am lebenden Tier bestätigen zu können.

Die histologische Bildung der Schale ist selbstverständlich im Querschnitt am besten zu sehen. Bekanntlich ist die Schale aus 2 Lamellen mit beträchtlichem Zwischenraum zusammengesetzt, und die beiden Blätter werden durch sogen. Stützbalken auseinandergehalten. Letztere sind natürlich quergelegen und mit

verbreiterten Basen an der Schalenduplikatur befestigt. In diesem Innenraume geht die Cirkulation der Blutflüssigkeit vor sich, größtenteils in ganz bestimmten Bahnen. Man sieht in den Figuren 23 und 24 den Querschnitt der Schale und bemerkt die Stützbalken sowie vereinzelte Blutkörperchen in den Hohlräumen. Leydig meinte (p. 157), daß die Stützbalken wenigstens zum Teil hohl seien. Dieser Angabe will ich nicht widersprechen, doch konnte ich nichts von diesen Hohlräumen bei meinen Präparaten erkennen. Von den Epithelien, die bei der Ausscheidung der Schalenlamellen thätig sind, ist nur sehr wenig zu sehen. Innerhalb der äußeren Lamelle bemerkt man aber eine dünne Zellenschicht mit vereinzelten abgeplatteten Kernen (Fig. 23).

Es bleibt noch die Substanz der Schale zu besprechen. Bekanntlich besteht die Schale aus einer chitinösen Grundmasse, die mit verschiedenen Kalksalzen imprägniert ist und dadurch ihre festere Konsistenz gewonnen hat. — Ich muß zuerst eine Bemerkung von Leydig erwähnen, die, wie ich glaube, nicht ganz zutreffend ist. Von Simocephalus und Daphnia longispina sprechend, sagt er (33, p. 15): „Man sieht die anorganischen Ablagerungen am frischen Tiere.“ Er dachte dabei an fleckenartige Stellen auf der Schale, welche er auch abbildet; ich habe dieselben nur einmal in einem vereinzelten Falle am lebenden Tiere gesehen, obgleich ich oft danach suchte, und es bleibt unsicher, ob die betreffenden Ablagerungen eine andere chemische Zusammensetzung haben als die Schale selbst. Es scheint mir sogar nicht ausgeschlossen, daß sie bei der normalen Schale lebender Tiere vollständig fehlen [1]). Daß der Kalk in der Schale zumeist nicht (wenigstens nicht in den inneren Teilen) als sichtbare Ablagerung vorhanden ist, kann man jetzt wohl für ziemlich feststehend halten, da verschiedene Forschungen an anderen Crustaceen dasselbe ergeben haben. Betreffs seiner Untersuchungen über den Panzer des Astacus schreibt Bütschli (6, p. 347): „Von besonderem Interesse ist die Frage nach dem Verhalten des Kalkes zu der nach der Entkalkung verbleibenden chitinösen

1) Die sternförmigen Ablagerungen, die Leydig beschreibt, habe ich zwar einigemal gesehen, doch außer dem oben erwähnten Fall immer erst, nachdem der Tod eingetreten war und die Tierchen eine Zeitlang im Wasser gelegen hatten. Es wäre denkbar, daß Leydig's Tiere zuweilen schon tot oder im Sterben begriffen waren, da er selbst von einigen Individuen spricht, bei denen jede Spur solcher Gebilde fehlte.

Substanz. Meine Erfahrungen ergaben, daß die Struktur aller Lagen im verkalkten und entkalkten Zustande im wesentlichen dieselbe ist; woraus folgt, daß die anorganische Substanz nicht in irgend einer bestimmten Form der organischen eingelagert sein kann, sondern dieselbe gleichmäßig imprägnieren muß, und daß sie vor allem nicht etwa in Hohlräumen der organischen Substanz abgelagert ist. Es ist die nach der Entkalkung restierende Chitinsubstanz, an welche die Kalksalze gebunden sind."

Ich habe auch ohne große Schwierigkeit einige Experimente ausgeführt, welche den Zustand des Kalkes in der Schale erläutern. Es findet bei Zusatz von Säuren, wie Leydig richtig angiebt, eine deutliche Gasentwickelung statt, die offenbar auf der Lösung der Kalksalze beruht. Die ganze Form der Schalen bleibt natürlich nach der Entkalkung noch unverändert. Das umgekehrte Experiment, bei dem die organische Substanz durch Glühen entfernt wurde, ergab zu meiner Ueberraschung ganz ähnliche Endresultate. Die feinere Struktur der Schale bis zu den charakteristischen Schalenlinien blieb noch in schönster Weise erhalten. Auch die am Schalenrand ansitzenden Haare waren nach dem Glühen noch deutlich als solche zu erkennen. Bei ausgeglühten Schalen kann man das Vorhandensein von Kalksalzen direkt chemisch nachweisen und zur selben Zeit von der ganz ansehnlichen Quantität des Kalkes einen Begriff bekommen. Diese beiden Experimente können dann gut als ein Beweis dafür angesehen werden, daß bei Simocephalus wie bei Astacus die organische Substanz mit der anorganischen gleichmäßig imprägniert ist. Von dem Auskrystallisieren des Kalkes nach der Häutung wird im nächsten Abschnitt die Rede sein.

Ecdysis (Häutung). Bei den Autoren habe ich nichts Genaues über die Häutungen gefunden, so daß ich einige Thatsachen angeben will, die ich nebenbei konstatiert habe. Was erstens die Häufigkeit der Haut-Abwerfung betrifft, so war es leicht, ein einziges Tier getrennt zu halten und das Wasser alle paar Tage nach abgeworfenen Häuten zn durchsuchen. Ich experimentierte mit einem erwachsenen (geschlechtsreifen) Weibchen und war sofort von der relativen Häufigkeit sowohl als von der Regelmäßigkeit überrascht. 4—5 Tage scheint die gewöhnliche Dauer einer Haut zu sein, und ich kam gleich dazu, die Tage bestimmen zu können, an welchen eine abgeworfene Haut zu erwarten war. Die Häufigkeit der Häutung bei jungen, immer noch wachsenden Tieren habe ich nicht speciell untersucht. Da aber das wirkliche Wachs-

tum davon abhängig ist — bekanntlich werden die Tiere mit jeder Häutung sprungweise größer — so ist es höchst wahrscheinlich, daß in jüngeren Stadien dieser Vorgang noch öfter vor sich geht.

Wie schon Lubbock (36) bei seinen Untersuchungen über Daphnia magna (D. Schäfferi Baird) beobachtet hat, habe ich auch bei Simocephalus zuweilen die Schale mit Vorticellen besetzt gefunden. Solche Tiere zeigten, mit bloßen Augen gesehen, ein eigentümlich schmutziges Aussehen. Bei der Häutung bleiben die Vorticellen natürlich auf den abgeworfenen Schalen. Sehr bald aber, schon nach wenigen Stunden, fand ich welche auch auf der neuen Haut. Diese rasche Besiedelung, welche wahrscheinlich auf Vorticellen-Schwärmern beruht, scheint mir besonders bemerkenswert.

Obgleich wenig Hoffnung bestand, den Moment der Häutung zu finden, habe ich doch einmal ein Tier unter dem Mikroskop gehabt, gerade während der Prozeß der Häutung vor sich ging. Die Dauer des Prozesses ist aber so überraschend kurz, daß man den Vorgang nur in seinen Hauptzügen, jedoch nichts von der Art der Loslösung der Haut wahrnehmen kann. Die ganze Häutung spielt sich nämlich in weniger als einer Minute ab. Mit einem Schlage platzt die Schale, und trennt sich oben der Kopfschild von den beiden Schalenklappen ab, bleibt aber am unteren Ende noch mit den ersten Antennen und den übrigen Schalenteilen in Zusammenhang. Der Kopf wird hierdurch schon beinahe frei, und durch die so entstandene Oeffnung werden zuerst der Kopf, danach die Schale und dann die hinteren Teile des Körpers herausgezogen[1]). Die beiden Schalenklappen scheinen auch in der Medianlinie oben auseinanderzuspringen, was auch das Freiwerden des hinteren Teiles erleichtern dürfte. — Die bionomischen Umstände, die den Prozeß begleiten, sind auch von Interesse. Beim ersten Blick bemerkte ich, daß bei diesem Tiere nicht alles ganz normal war; dasselbe lag ungewöhnlich ruhig, Herz- und Beinschläge waren verlangsamt, und der Darm enthielt eine hellgrüne Flüssigkeit ohne feste Körper. Nach dem Ausschlüpfen war das Exemplar sehr durchsichtig und augenscheinlich sehr weich. Eine halbe Stunde lang habe ich es unter dem Mikroskop beob-

1) Hinsichtlich des Astacus ist es wohlbekannt, daß bei der Ecdysis die Trennungslinie dorsal zwischen Cephalothorax und Abdomen liegt, und daß sich das weiche Tier durch den hier entstehenden Riß herauszieht. Nach der Beobachtung, die ich bei Simocephalus habe machen können, läßt sich wohl sagen, daß ein analoger Prozeß auch hier vorgeht.

achtet; es blieb noch ruhig, die Beine langsam bewegend, während es allmählich undurchsichtiger wurde. Jetzt that ich das Tier in das Gefäß zurück. Es schwamm sehr wenig, lag vielmehr ganz passiv am Boden, von den Wasserströmungen hin und her bewegt. Nach etwa 5 Stunden lag mein Exemplar noch unten und zeigte bis dahin keine festen Nahrungsteilchen im Darm. Nach 9 Stunden fand ich aber solche vor. Am folgenden Tage war alles wieder normal geworden. Es ist wohlbekannt, daß auch Astacus und andere höhere Krebse zur Zeit der Häutung keine Nahrung aufnehmen und sich sehr ruhig verhalten.

In einem Falle habe ich bemerken können, wie ein Ephippium bei der Häutung abgestoßen wurde und mit der abgeworfenen Haut in Verbindung blieb. Die Abstoßung des Ephippiums vollzieht sich demnach durch eine Häutung; auch Weismann scheint die Häutung und die Ablage des Ephippiums als zusammengehörige Vorgänge anzusehen (55, p. 207).

Ein interessantes Vorkommnis habe ich noch zu beschreiben, welches bis jetzt, wie ich glaube, nicht erwähnt worden ist. In jeder abgeworfenen Haut nämlich, nachdem sie einige Zeit im Wasser gelegen hat, ist eine Anzahl kleiner Kryställchen zu sehen, die äußerst regelmäßig immer wieder zu finden sind und die ein sehr charakteristisches Aussehen haben. Die Krystalle liegen offenbar in dem Zwischenraum der Schalenduplikatur, da sie weder von der inneren noch von der äußeren Seite mit einer Nadel abzukratzen sind. Sie von der Schale zu entfernen ist gar nicht leicht, und dies kann erst nach Durchbrechung einer Schalenlamelle geschehen.

Bei der vorhin erwähnten Gelegenheit, als ich den Prozeß der Häutung mit ansah, vermochte ich auch die Entstehung dieser Krystalle zu verfolgen. Die neuabgehäutete Schale ist, wie ich vorher vermutete, ziemlich durchsichtig und zeigt keine Spur von den Krystallen. Erst nach Verlauf einer halben Stunde oder etwas mehr, von dem Abwerfen an gerechnet, sind die Krystalle, wenn auch noch sehr klein, zu erkennen. Diese nehmen während der nächsten Stunden fortgesetzt an Größe zu.

Die Krystalle sind in Wasser und in Alkohol unlöslich; sie sind aber nicht beständig, sondern zersetzen sich allmählich. In schwachen Säuren (Essigsäure, Chromsäure) lösen sie sich sofort und fast ohne erkennbaren Ueberrest. Die Krystalle sind stark doppelbrechend und während des Prozesses der Zersetzung umgeben sie sich mit einem immer zunehmenden, einfach brechenden

Hof. Die Krystalle scheinen sich in sehr verschiedener Zeitdauer zu zersetzen. Häufig ist schon nach wenigen Stunden im Wasser eine veränderte Rindenschicht oder ein Hof um manche Krystalle herum zu bemerken, während andere noch vollständig unverändert und scharfkantig geblieben sind. Einige abgeworfene Häute, die ich vor Monaten in Glycerin einlegte, zeigen noch jetzt einige unveränderte Krystalle neben einer großen Anzahl solcher mit sie umgebenden Zersetzungshöfen.

Es scheint mir, daß wir es mit denselben Krystallgebilden zu thun haben, über welche Biedermann (3) eingehend gesprochen hat. Ich habe selbst Gelegenheit gehabt, Herrn Prof. Biedermann meinen Befund vorzuzeigen, und möchte ihm an dieser Stelle meinen Dank sagen für seine freundliche Beihilfe. Er ist der Ansicht, daß dieselben Krystalle vorliegen, wie er sie bei Homarus etc. gefunden hat. Dort sind diese Krystalle als komplizierte „Mischkrystalle" anzusehen, bei denen neben Calciumkarbonat und Calciumphosphat auch eine eiweißartige organische Substanz vorhanden ist. Höchst wahrscheinlich handelt es sich um Krystalle einer Doppelverbindung von Calcium und Natrium (bezw. Kalium), ähnlich dem Gaylüssit, wie neuere Untersuchungen gezeigt haben (4, p. 181). Vollständig ähnliche Gebilde sind aus dem Blute von Krebsen und Schnecken zu gewinnen.

Wie diese Krystalle bei Simocephalus entstanden sind und was für eine Bedeutung sie haben, ist sehr schwer zu sagen. Man kann nur annehmen, daß aus den abgeworfenen Schalen, jetzt von dem lebenden Protoplasma nicht mehr beeinflußt, etwas durch das Wasser herausgelöst wird, was alsbald wieder auskrystallisiert. Aller Wahrscheinlichkeit nach stellen diese charakteristischen Krystalle den ganzen mineralischen Bestandteil solcher abgeworfenen Häute dar. Ueber die physikalischen und chemischen Prozesse, die diese Ausscheidung verursachen, sind wir noch sehr im Dunkeln.

Das Centralnervensystem.

Allgemeine Verhältnisse. Das Centralnervensystem bei Simocephalus sima besteht wie bei den anderen Crustaceen aus Ganglion opticum, Gehirn, Schlundring und Bauchmark. Auffallend ist die Entfernung zwischen den beiden Längssträngen des Bauchmarks, welche dadurch bedingt wird, daß eine Einstülpung

der Körperwand, die sogen. Bauchrinne, großenteils zwischen die beiden Längsstränge sich einschiebt (Fig. 23). Schon Claus betonte, daß die Bauchganglienkette der Phyllopoden aus diesem Grunde ein deutlich strickleiterförmiges Aussehen hat. Die verbindenden Querkommissuren gehen oberhalb der Bauchrinne über dieselbe hinweg; sie verlaufen nahezu horizontal und gerade da, wo die Nervenstränge hoch liegen, aber bogenförmig gekrümmt da, wo die Nervenstränge tiefer neben der Bauchrinne sich befinden. Letzteres ist bei den hinteren Querkommissuren der Fall.

Auffallend sind auch die Längenverhältnisse des Nervensystems, besonders die Beziehungen zwischen der Gesamtlänge des Centralnervensystems und derjenigen des Körpers. Wie relativ kurz die ganze Ganglienkette ist, fällt sofort auf, und durch Messung stellt sich heraus, daß, abgesehen von den Augennerven, die gesamte Länge nur ungefähr der Hälfte der Körperlänge gleichkommt. Die Nerven zum 3. und 4. Beinpaar verlaufen nach hinten und dies hängt wahrscheinlich damit zusammen, daß während des Wachstums des Körpers und der Beine eine relative Verkürzung des Nervensystems eingetreten ist; denn bei den Embryonen hat das Nervensystem eine relativ größere Länge. Unter den verschiedenen Embryonen, die zufällig im Brutraum des Muttertieres geschnitten worden sind, kommen wohl einige vor, die in der Längsrichtung gut getroffen sind, entweder in sagittaler oder in horizontaler Richtung. Solche Schnittserien zeigen die vollständige Länge dieses embryonalen Nervensystems; ganz überraschend weit nach hinten kann man hier das Bauchmark verfolgen, und die relative Länge beträgt etwa drei Viertel der gesamten Körperlänge. Die folgenden, nach den Messungen berechneten Zahlen, als Tabelle zusammengestellt, zeigen den Unterschied zwischen dem Embryo und dem erwachsenen Tier deutlich.

Länge des Nervensystems (außer Augennerven), gesamte Körperlänge als 100 bezeichnet:

Ausgewachsene Exemplare.			Embryonen im Brutraum.		
No. 1.	Sagittalschnittserie	45,2	No. 14 B.	Sagittalschnittserie	78,4
„ 9 A.	Horizontalschnittserie	51,9	„ 11 A.	Horizontalschnittserie	78,0.

Wir haben also hier einen Beweis dafür, daß das Nervensystem ursprünglich viel länger gewesen ist und daß die Nervenkette sich nicht in dem Grade vergrößert hat wie der übrige Körper.

Was nun die Lage des Centralnervensystems betrifft, so er-

streckt es sich von der Gegend unter den Leberhörnchen bis etwas hinter die Ansatzstelle des 5. Beinpaares (Fig. 1). Ganglion opticum und Gehirn allein sind in dem eigentlichen Kopf gelegen und durch den sanft aufsteigenden Schlundring mit dem Bauchmark verbunden. Der Anfangsteil des Bauchmarkes steigt allmählich aufwärts, macht dann eine Biegung und geht in horizontaler Richtung weiter[1]). Der aufsteigende Teil umfaßt das 1. und 2. Ganglienpaar und reicht bis zum 3. Von hier an bleiben die Nervenstränge ungefähr auf demselben Niveau, liegen nahe unter dem Darmkanal und gehen einigermaßen parallel mit den großen Längsmuskeln des Körpers, wie man in transversalen Schnitten (Fig. 23 u. 24) sehen kann.

Das Ganglion opticum. Die erste Abteilung des Nervensystems, das Ganglion opticum, besteht aus 2 kugeligen, aneinander grenzenden Ballen von Punktsubstanz, die fast überall mit einer Decke von Ganglienzellen bekleidet sind. Ich glaubte zuerst die Meinung Samassa's (46) bestätigen zu können, wenn er sagt, daß diese beiden Markballen aneinander stoßen, ohne jedoch Fasern auszutauschen. Daß dieser thatsächliche Austausch von Fasern nur stellenweise vorkommt, und daß großenteils die Ballen deutlich voneinander getrennt erscheinen, ist zuzugeben, daß aber Faserverbindungen vorhanden sind, kann ich jetzt nicht mehr bezweifeln. Leydig sagt in seinem großen Werk (33), daß das Sehganglion durch die Verschmelzung von 2 Schenkeln entstanden ist, und ebenso zeichnet Claus (13) bei seiner Beschreibung von Daphnia similis den vorderen Teil des Ganglion opticum als eine einheitliche Masse. Ich kann mich diesen Ansichten nicht völlig anschließen; doch insofern, als ein Faseraustausch existiert, haben die beiden Beobachter recht. Daß Daphnia similis in Wirklichkeit ähnliche Verhältnisse zeige, wie unser Simocephalus (Daphnia) sima, darf ich nicht ohne weiteres behaupten, obgleich es zu vermuten ist, während ein Austausch von Nervenfasern kaum als richtige Verschmelzung bezeichnet werden kann.

Ich finde zwei getrennte Verbindungsbrücken, von denen die eine mehr antero-dorsal, die andere mehr postero-ventral ist

---

1) Die dorsale Biegung, welche das Plattenmodell (Fig. 10) zeigt, ist augenscheinlich größer als in Wirklichkeit, was wahrscheinlich durch eine starke Krümmung des betreffenden Exemplares bedingt ist.

(Fig. 14). — Ueber die Struktur der Punktsubstanz konnte ich nichts Genaueres erkennen. Die Ballen sind von einem meist einzelligen, zum Teil auch mehrzelligen Lager von Ganglienzellen umgeben, das nur da fehlt, wo in der Mitte die beiden Ballen sich gegenseitig abplatten. Die Augennerven treten, wie von SAMASSA richtig geschildert, vollständig getrennt aus jeder Hälfte des Ganglions aus, lassen daher auch natürlich einen dreieckigen Zwischenraum neben ihrer Austrittsstelle frei[1]). Von der ganzen nach vorn gerichteten Oberfläche der beiden Ganglionhälften treten die Fasern aus, ziehen gegen das Auge hin, in das sie eintreten, und in dessen Mitte sie sich noch eine Strecke weit erkennen lassen. — Bei Embryonen liegt das Ganglion opticum dem Auge direkt an. Dasselbe befindet sich über dem Auge, da das letztere unmittelbar vor dem Gehirn liegt (Fig. 20). Das Ganglion opticum entspringt zu dieser Zeit an der oberen Fläche des Gehirns und zieht sich in einem Bogen abwärts nach dem Auge hin (Fig. 21).

Das Gehirn (supraösophageales Ganglion). Das Gehirn hat, von der Seite betrachtet, eine abgerundet-viereckige Gestalt (Fig. 1). Vorn oben treten die beiden ziemlich starken Kommissuren des Ganglion opticum ein. Hinten oben treten die Schlundkommissuren aus, so daß das Gehirn zwischen diesen Strängen sozusagen frei hinunterhängt.

Es besteht deutlich aus zwei lateralen Hälften; hinten und oben sind dieselben mehr getrennt als vorn und unten, indem die breite Kommissur, welche die Gehirnhälften verbindet, hinten nur niedrig ist und nach vorn bis fast zur ganzen Höhe des Gehirns sich verbreitert (Fig. 14). Die Kommissurenfasern sind hauptsächlich im unteren Teil des Gehirns gelegen.

Das Gehirn ist von einer Lage von Ganglienzellen umgeben, welche meist nur aus einer Zellenschicht besteht und nur stellenweise, insbesondere an der Vorderseite, mehrschichtig ist. Die

---

1) SAMASSA bezeichnet als dorsale Seite des Ganglion opticum diejenige, aus welcher die Augennerven austreten. Es ist nicht anzunehmen, daß er sich über die Thatsachen selbst täuscht, aber aus der betreffenden Stelle ebensowohl wie aus verschiedenen anderen geht deutlich hervor, daß er das Tier nicht in der primitiven, d. h. horizontalen Lage betrachtet hat. Zu vermuten ist, daß er es in einer häufig zu beobachtenden Schwimmlage aufgefaßt hat, in welcher der Kopf nach oben gerichtet ist. In dieser Weise läßt sich erklären, daß er als dorsal bezeichnet hat, was in der That vorn (anterior) ist.

hintere Fläche des Gehirns (welche dem Oesophagus zugewandt ist) entbehrt des Belages der Ganglienzellen, mit Ausnahme der wenigen Zellen, von welchen später die Rede sein wird.

Im Innern des Gehirns finden wir die Kommissuren und die sogen. Markballen, welche in eigentümlicher Weise angeordnet sind. Diese Verhältnisse sind kompliziert und könnten nur dann völlig aufgeklärt werden, wenn man den ganzen Faserverlauf des Gehirns kennen würde. Da ich denselben nicht speciell verfolgt habe, so muß ich mich darauf beschränken, die Lage der hauptsächlichen Markballen zu beschreiben.

Auch die früheren Autoren haben diese Markballen erwähnt und dieselben als eine Anhäufung von Nervenfasern gedeutet [1]). Mir scheint eine genauere Erklärung möglich, wenn man die neueren Arbeiten von Bethe (2) zum Vergleich herbeizieht. Bethe hat bei Carcinus maenas die Faserung des Gehirns eingehend verfolgt und auch die Form der Ganglienzellen (Neuronen) erkannt. Die Zellkörper der Neuronen liegen an der Peripherie und bilden den Ganglienzellenbelag des Gehirns. Die Axenfortsätze dieser Zellen treten in das Gehirn ein und verzweigen sich hier in mannigfacher Weise. An denjenigen Stellen, wo die „Endbäumchen" der Aeste der Axenfortsätze liegen, sieht man eine feine Fasermasse, das Neuropil. Diesen Neuropilmassen entsprechen also die Markballen der Autoren. Die Markballen sind folglich diejenigen Stellen des Gehirns, an welchen die Nervenstränge zusammenlaufen und durch die Seitenäste miteinander in Verbindung treten [2]).

Ich gehe nun zu der Beschreibung der Markballen über. Ich habe dieselben in Fig. 15—19 nach photographischen Aufnahmen

---

1) Ueber die Marksubstanz oder Punktsubstanz erwähne ich eine Bemerkung von Krieger (28, p. 540), welche sich auf Astacus bezieht und einigermaßen das Richtige trifft: „Meine Untersuchungen haben mich zu demselben Resultat geführt, zu dem Leydig und Dietl kamen, das weiter von H. Schultze und Bellonci bestätigt wurde. Die Punktsubstanz ist ein Netzwerk, oder vielleicht richtiger ein Filz von feinsten Fasern."

2) Ich versuchte mittels der Methylenblaumethode bei Daphniden Färbungen der Neuronen zu erhalten, aber ich hatte keinen Erfolg. Ebenso blieben meine Versuche mit der Golgi-Methode bei anderen niederen Crustaceen ohne günstiges Resultat und habe ich mich deshalb bei Daphniden nicht weiter auf diese Methode verlegt. Aus diesem Grunde kann ich bei der Deutung der Punktsubstanz nur auf die Analogie der Bethe'schen Befunde verweisen.

dargestellt. Die paarigen Hauptmarkballen, von denen Samassa und andere Autoren sprechen, nehmen, wie schon der Name andeutet, ziemlich viel Platz ein, besonders nach vorn zu. Zwischen den Hauptmarkballen, aber bedeutend kleiner, ist der sog. centrale Markballen zu sehen, und ebenfalls median, aber antero-ventral gelegen ist eine dreieckige Markanhäufung, die sich als Ausgangscentrum für die beiden Nerven zum Nackenorgan (Tegumentarius) darstellt (Fig. 17, 19). Hinten und ventral, an der Austrittsstelle des Antennarius I sind zwei seitlich gelegene und voneinander getrennte Anhäufungen von Marksubstanz, welche offenbar das Ausgangsgebiet dieser Nerven bilden (Fig. 19).

Im hinteren Teil des Gehirns und nahe der Unterfläche desselben befindet sich der sogen. „Centralkörper". Derselbe ist von vielen Autoren erwähnt oder in Figuren angedeutet worden. Er bildet auf Schnitten ein längliches, durch einen umgebenden hellen Hof oft deutlich abgegrenztes Gebilde [1]); in der Seitenansicht des Gehirns erscheint er als ein heller Kreis (Fig. 16, 18 *ptc.n*). Der Centralkörper hat ein etwas anderes Aussehen als die Markballen, indem er weniger faserig, als vielmehr körnig erscheint. Zellen sind in demselben nicht enthalten. Einzelne Fasern verbinden ihn mit dem übrigen Gehirn, aber das Eintreten von Faserbündeln konnte ich nicht beobachten. Es ist mir zweifelhaft, ob der Centralkörper auch eine Neuropilmasse ist. Claus deutet denselben als einen Kreuzungspunkt verschiedener Faserzüge (17, p. 32).

Carlton (7), der das Gehirn von Leptodora hyalina durchforschte, hat die verschiedenen Markanhäufungen mit geeigneten Namen bezeichnet, und obgleich nicht zu erwarten ist,

---

1) In seiner späteren Arbeit über Branchipus kommt Claus (17, p. 32) gelegentlich auf die Verhältnisse im Gehirn bei Daphnia zu sprechen. Hier meinte er, daß sich eine rundliche Erhebung an der Frontalseite des Centralkörpers befinde, dem Gebilde entsprechend, das er auch bei Branchipus beschreibt und das Weismann ebenfalls bei Leptodora bemerkt hat. Ich kann von einer solchen medianen Erhebung des Centralkörpers nichts erkennen und glaube, daß die angebliche Erhebung dasselbe Gebilde ist, welches ich gemeinsam mit den neueren Autoren als centralen Markballen bezeichnet habe und welches sich in Fig. 17 (*c.n*) gut erkennen läßt. Wenn man die Fig. 46 von Samassa (l. c.) in Vergleich zieht, bemerkt man sofort, wie bei Leptodora der centrale Markballen dicht vor dem Centralkörper liegt, also gerade an der Stelle, wo er leicht als wirkliche Erhebung des Centralkörpers angesehen werden könnte.

daß die Verhältnisse hier genau übereinstimmen, so sind doch immer die Hauptzüge zu erkennen, so daß ich mich insofern an ihn anschließen werde, als ich seine Bezeichnungen benütze. Nach ihrer Lage sind natürlich die Hauptmarkballen als lateral zu bezeichnen, während der centrale Markballen auch fernerhin als central bezeichnet werden muß. Um konsequent zu sein, wird der „Centralkörper" postcentrale Neuropilmasse genannt, und diese soll bei Leptodora durch mediane Vereinigung aus zwei postcentralen Massen entstehen, was aber bei Simocephalus nicht wahrzunehmen ist. Weiter zurück haben wir die beiden postlateralen Massen, welche am Ursprung des Antennarius I liegen; ferner vorn median diejenige, von welcher die Nackennerven entspringen und die wir wohl präcentral nennen dürfen, da sie höchst wahrscheinlich der von CARLTON in gleicher Weise bezeichneten entspricht, obgleich Nerven zum Nackenorgan bei Leptodora fehlen.

Die lateralen Massen (Fig. 17 *l.n*) sind durch eine große Anzahl von Kommissurenfasern verbunden, die hauptsächlich im unteren und hinteren Teil des Gehirns verlaufen (Fig. 17, 19, 16). Vorn treten die vom Ganglion opticum kommenden Fasern heran, (Fig. 17), und hinten sind die quergetroffenen Fasern vom Schlundring in transversalen Schnitten eine Zeit lang deutlich zu verfolgen. Ich halte also die lateralen Massen (Hauptmarkballen) für das Neuropil, in welchem die optischen Fasern mit den Fasern des Bauchmarks zusammentreffen.

Die präcentrale Masse (Fig. 19 *prc.n*), von der auf dem tieferen Schnitt die Nerven zum Nackenorgan (Tegumentarius) entsprungen, läßt sich nach oben verfolgen, wo sie in Zusammenhang mit der centralen Masse (Fig. 17 *c.n*) zu kommen scheint. Dieser centrale Teil des Gehirns ist recht kompliziert gebaut, und die Verhältnisse sind außerordentlich schwierig zu verstehen. Ich muß darauf verzichten, diesen Teil des Gehirns genau zu beschreiben und aufzuklären, da ich mich, wie schon oben gesagt, nicht speciell auf das Studium des Verlaufs der Faserung verlegt habe, welches hauptsächlich auf GOLGI-Präparate gegründet sein müßte (siehe p. 471 Anmerkung 2).

Der Hauptnerv zum Medianauge hat seinen Ursprung auch am vorderen unteren Ende des Gehirns, direkt hinter der präcentralen Masse. Es ist wahrscheinlich, daß die centrale Masse auch eine gewisse Beziehung zum Medianauge hat, da die Fasern der

Nerven des Medianauges von der präcentralen Masse zur centralen Masse aufzusteigen scheinen (Fig. 15).

Am hinteren Teil des Gehirns tritt der Antennarius I ein. Die am Abgang dieser Nerven gelegenen Neuropilmassen sind oben als postlaterale Massen bezeichnet worden. Man sieht dieselben in den Figuren 17, 18, 19 (*ptl.n*). Auf Fig. 17 bemerkt man die Verbindung mit dem übrigen Gehirn; einige Fasern gehen nach den lateralen Massen, und zahlreiche Fasern gehen als Kommissurenfasern von einer Seite zur anderen. — Die hintere Fläche des Gehirns weist, wie schon angedeutet, nur wenige Ganglienzellen auf. Auffallend sind am unteren Teil der hinteren Fläche 2—3 große Ganglienzellen; in Fig. 19 (*g.gz*) kommt eine davon deutlich zum Ausdruck. Es werden dies wohl die nämlichen großen Ganglienzellen sein, die Claus bei Branchipus (17, p. 33) nachgewiesen hat und die auch Samassa bei Sida fand. Claus und Samassa haben 3 solche Ganglienzellen beschrieben, 2 laterale und davor eine mediane. Auf einigen Schnittserien konnte ich 2, auf anderen 3 solche Zellen bemerken. Was für eine Bedeutung sie besitzen, darüber ist weder eine Ansicht ausgesprochen, noch vermag ich eine solche zu äußern.

Der Schnitt Fig. 16 trifft das Gehirn vor der Eintrittsstelle des Antennarius I und vor den postlateralen Massen; man sieht oben rechts und links die großen Faserstränge der Schlundkommissur, darunter zahlreiche Kommissurenfasern und unten die postcentrale Masse.

Der circumösophageale Ring (Schlundring). Vom Gehirn gehen nach hinten die 2 großen den Schlund umfassenden Kommissuren aus, um durch Verbindung mit den subösophagealen Ganglien einen vollständigen Schlundring zu bilden. Wie die Seitenansicht (Fig. 10) zeigt, wird die Schlundkommissur von vorn nach hinten in der dorsoventralen Dimension allmählich schmäler, erfährt aber hinter dem Oesophagus eine auffallende Verbreiterung. In querer Richtung sind die Schlundkommissuren durchweg nur schmal, wie Fig. 11 zeigt. Samassa (p. 116) meint, daß Ganglienzellen allein da vorkommen, wo die beiden Nerven zur 2. Antenne abgehen. Selbstverständlich sind an diesen Stellen Ansammlungen von Ganglienzellen vorhanden, aber die Schlundkommissuren werden auch an ihrer ganzen Außenfläche von einer regelmäßigen Lage von Ganglienzellen bedeckt. — Wie eben angedeutet, entspringen vom Schlundring aus die 2 Nerven zur 2. Antenne (Antennarius II), von denen der erste (Ant. II major)

sehr stark ist und ebenda heraustritt, wo der Oesophagus durch den Schlundring hindurchzieht, während der zweite (Ant. II minor), der viel kleinere, erst etwas weiter hinten vom subösophagealen Ganglion seinen Ausgang nimmt (Fig. 9). Der Verlauf beider Nervenpaare ist annähernd vertikal, doch sind die Nerven etwas rückwärts und seitlich nach außen gebogen. Ferner sieht man auch deutlich, wie der größere Nerv sich bald in zwei verzweigt, und wie die beiden Aeste an die großen Muskeln der Ruderantenne herantreten.

Schon vor langer Zeit hat Claus darauf aufmerksam gemacht, daß der Ursprung des Antennarius II bei den niederen Crustaceen eine auffallend andere Lage hat als bei den höheren, bei welchen er vom Gehirn ausgeht. Freilich haben wir bei den Daphniden zwei abgehende Nerven, die zur 2. Antenne verlaufen, und diese besitzen, wie wir gesehen haben, getrennte Austrittsstellen. Nach meiner Meinung und nach der Ansicht anderer Autoren hat Claus (13, Fig. 10) den Ursprung des Antennarius II major bei Daphnia zu weit hinten gezeichnet[1]; aber es bleibt doch der Unterschied bestehen, daß die beiden Aeste (Antennarius II major und minor) bei den Daphniden von der Schlundkommissur und respektive vom subösophagealen Ganglion abgehen, während der entsprechende Nerv bei den höheren Crustaceen aus dem Gehirn entspringt. Claus weist darauf hin, daß der Nerv der 2. Antenne auch bei Branchipus, bei den Estheriden[2]) und bei den Copepoden von der Kommissur abgeht, und meint auch, einen ähnlichen Zustand unter den Naupliuslarven der letztgenannten zu finden. In einer Arbeit über die Naupliuslarven der Lepaden bespricht Chun (9) das Nervensystem derselben, welches er nach einer horizontalen Schnittserie rekonstruiert hat. Der Befund ist hier ein vollständig analoger, da der Nerv zur 2. Antenne ebenfalls aus dem Schlundring austritt. Ich stimme also Claus darin zu, daß der Ursprung des Antennarius II von dem Schlund-

---

1) Claus bezeichnet im Anschluß an Leydig bei Daphnia die hinter der Schlundkommissur folgende Ganglienmasse, von welcher er die in Rede stehenden Nerven ausgehen läßt, als „untere Hirnportion". Ich werde diesen Ausdruck nicht benutzen, da ich das hinter dem Oesophagus folgende Ganglion als subösophageales Ganglion bezeichne.

2) Hinsichtlich der Estheriden kommt die Beschreibung des Nervensystems von Limnetis bei Grube (23) und von Limnadia bei Klunzinger (26) in Betracht. In beiden Fällen entspringt der Antennarius II vom subösophagealen Ganglion.

ring primitiver ist als der Ursprung von Gehirn und daß wahrscheinlich der Austritt von dem subösophagealen Ganglion einen noch ursprünglicheren Zustand darstellt.

Was diese Frage anbetrifft, so ist der Zustand bei Apus sehr beachtenswert. In diesem Falle nimmt nicht nur der Nerv zur 2. Antenne, sondern auch derjenige zur 1. Antenne seinen Ursprung von dem Schlundring (Textfig. 4). Hierin glaubte Lankester (30, p. 369) einen Beweis dafür zu finden, daß die beiden Antennen ursprünglich postorale Anhänge gewesen seien [1]). Infolgedessen glaubte er, hier bei Apus ein primitives Gehirn („Archicerebrum") vor sich zu haben, im Gegensatz zu dem sekundären Gehirn („Syncerebrum") der höheren Crustaceen, welches dem Archicerebrum plus den Ganglien der 1. und 2. Antennen entspricht. Durch die Untersuchungen Pelseneer's (42) hat sich aber ergeben, daß selbst bei Apus der Zustand nicht ganz so primitiv ist. Pelseneer hat gefunden, daß der Schlundring nicht als Ursprungsstelle des Antennarius I gelten darf, vielmehr, daß der betreffende Nerv aus einer bestimmten Zellengruppe in dem eigentlichen Gehirn entspringt und sich der Schlundkommissur anlegt, um bis zur Austrittsstelle in die 1. Antenne mit derselben zu verlaufen. Obgleich wir daher nicht mehr das Gehirn bei Apus als einfaches präorales Ganglion ohne Extremitätennerven betrachten können, wie es Lankester früher aufgefaßt hat, so haben wir doch einen relativ primitiven Zustand vor uns. Daß die zum Antennarius I gehörende Zellengruppe vom übrigen Gehirn noch so deutlich zu unterscheiden ist, scheint dafür zu sprechen, daß wir es mit einem sekundären Verhältnis zu thun haben, in dem Sinne, daß die Ganglien der 1. Antenne erst später mit dem Gehirn verschmolzen worden sind. Zu erwähnen ist, daß Claus in späteren Arbeiten (16, 17) der Ansicht Lankester's entgegengetreten ist, insofern als er die 1. Antenne nicht als einen ursprünglich postoralen Anhang betrachten will. Ich glaube, daß man an der Ansicht von Lankester dennoch festhalten kann; daß der Antennarius I bei Apus seinen Ursprung im Gehirn nimmt, scheint mir kein sicherer Beweis da-

1) Lankester nimmt Bezug auf die Anneliden, bei welchen vom Gehirn keine Nerven zu den segmentalen Anhängen ausgehen. Wenn wir uns der Hypothese anschließen, daß die Anneliden als Stammform der Crustaceen zu betrachten sind, so kann der Zustand bei Apus einigermaßen als Zwischenstufe zwischen den Anneliden und den Daphniden angesehen werden.

für, daß die 1. Antenne nie ein postoraler Anhang gewesen ist (vergl. Pelseneer, 42 p. 439, 440).

Für das allmählich stattfindende Vorwärtsrücken der Nerven der beiden Antennen lassen sich auch noch weitere Vergleiche anführen. Bei Limnetis (Grube, 23) tritt der Antennarius I an der Wurzel der Schlundkommissur aus dem Gehirn heraus. Bei Branchipus (Claus, 17) und Simocephalus liegt der Ausgangspunkt im Gehirn selbst, aber der in Frage kommende Gehirnabschnitt läßt sich mehr oder weniger deutlich von den übrigen Gehirnteilen unterscheiden. Der Antennarius II nimmt in diesen Fällen immer noch seinen Ursprung von dem Schlundring aus. Bei Phronima unter den Amphipoden (Claus, 15) haben wir ein weiteres Zwischenstadium, wo der Antennarius II aus der Schlundkommissur dicht hinter dem Gehirn heraustritt, d. h., wo die vollständige Verschmelzung wie bei den höheren Crustaceen noch nicht erreicht ist.

Wie diese Lageänderung der Ursprungsstelle der beiden Antennennerven entstanden ist, läßt sich nicht leicht sagen; sehr plausibel scheint mir die Hypothese, welche Lankester (29, p. 336) schon 1873 ausgesprochen hat. Er sagt: „Much more likely, it seems, is the explanation that the oral aperture shifts position, and that the ophthalmic segment alone in Arthropoda represents the prostomium, the antennary and antennular segments being aboriginally metastomial, and only prostomial by later adaptational shifting of the oral aperture.“

Eine Frage, über welche immer noch gestritten wird, betrifft die Ursprungsganglien des Antennarius II. Wo sind in Wirklichkeit die Ganglien der zweiten Antenne? Ich bin selbst genau derselben Ansicht, die Claus in verschiedenen Arbeiten (vergl. 17, p. 35) vertreten hat, nämlich daß diese Ganglien in den subösophagealen Ganglien plus den großen Zellen an der Ausgangsstelle des Antennarius II major und vielleicht anderen zerstreuten Ganglienzellen der Schlundkommissur zu sehen sind. Demnach ist die subösophageale Querkommissur die Kommissur zu den Ganglien der 2. Antenne, also diejenige welche die beiden Antennen in Korrelation bringt.

Bei den höheren Crustaceen kommt der Antennarius II durch die eben besprochene Verschiebung nach vorne mit den zugehörigen Ganglien in den Bereich des Gehirns, und dadurch wird das Mandibelganglion zum ersten Ganglion des Bauchmarks, was bei den höheren Krebsen überall zutrifft. Verschiedene Autoren haben

deshalb selbst bei den Cladoceren von dem Mandibelganglion als dem ersten Ganglion des Bauchstranges gesprochen.

Das Bauchmark. Das Bauchmark [1]) besteht aus den zwei schon erwähnten parallelen Nervensträngen, die durch eine Anzahl von Kommissuren miteinander verbunden sind und aus welchen die Nerven zu den verschiedenen Beinpaaren entspringen. Man kann ohne Schwierigkeit 9 größere Kommissuren erkennen, und dazu kommen noch 4 kleinere, die in dem dicksten Teil des Bauchmarks vorhanden sind und mit den größeren gerade abwechselnd stehen (Fig. 9). Diese kleineren Kommissuren sind außerordentlich fein und nur in gut gelungenen Querschnitten zu erkennen. An dem Plattenmodell (Fig. 11), welches nach Horizontalschnitten konstruiert ist, waren die kleinen Kommissuren nicht zu erkennen, weil sie wegen ihres bogenförmig aufwärts gehenden Verlaufs auf Horizontalschnitten nur sehr schwer zu sehen sind.

Hier möchte ich sogleich erwähnen, was schon Samassa deutlich hervorgehoben hat, daß von gut abgegrenzten Ganglien mit zugehörigen Nerven gar nicht die Rede sein kann. Der primitive Zustand, wie wir ihn bei den Branchiopoden und sogar noch bei Sida finden, hat sich bei unserer abweichenden und mehr specialisierten Form verloren. Es sind zwar gewöhnlich größere Anhäufungen von Ganglienzellen da vorhanden, wo die abgehenden Nerven heraustreten, doch besteht kein deutlicher Unterschied zwischen den Ganglien und den sie verbindenden Nervensträngen. Die Lage der Ganglien ist nur aus dem etwas reichlicheren Belag von Ganglienzellen, ferner aus der Lage der Querkommissuren und der abgehenden Nerven zu bestimmen. Zwischen den Ganglien sind die Nervenstränge ebenfalls mit Ganglienzellen belegt, hauptsächlich an der Außenseite; an der Innenseite (medialen Seite) liegen die Zellen nur spärlicher oder fehlen stellenweise gänzlich. — Am hinteren Teil des Nervensystems (vom Ganglion des 3. Fußpaares ab) liegen die Ganglien ziemlich weit voneinander getrennt, auch sind die verbindenden

---

1) Der Gebrauch des Wortes Bauchmark ist insofern nicht ganz feststehend, als manche Autoren das untere Schlundganglion noch nicht zum Bauchmark rechnen und das Mandibelganglion als erstes Ganglion des Bauchmarks ansehen. Ich werde als Bauchmark die ganze hinter dem Oesophagus folgende Kette, einschließlich des unteren Schlundganglions, bezeichnen (siehe p. 477).

Längsstränge feiner und enthalten nur mehr vereinzelte Ganglienzellen.

Bei unserer Beschreibung der einzelnen Ganglien und der davon abgehenden Nerven beginnen wir mit dem schon erwähnten „unteren Schlundganglion“ oder subösophagealen Ganglion. Außer dem kleineren Nerven zur 2. Antenne (Antennarius II minor), der von dem subösophagealen Ganglion aufwärts geht, beobachten wir einen noch stärkeren Nerven, der ebenfalls aus diesem Teil des Bauchmarks entspringt und abwärts nach der großen Oberlippe verläuft (Oberlippennerv der Autoren). Eine bedeutende ventrale Anhäufung von Ganglienzellen [1]) bezeichnet die Ausgangsstelle dieses Nervs, der sich annähernd vertikal, aber etwas im Bogen nach vorn zu vor der Kaufläche der Mandibel über den Oesophagus hinüberzieht (Fig. 1). Diese beiden Ganglien des Oberlippennervs sind durch eine dicht oberhalb des Oesophagus verlaufende Querkommissur miteinander verbunden. Bei horizontalen wie bei transversalen Schnitten sind an dieser Stelle die 2 ziemlich eng übereinander liegenden Kommissuren deutlich zu beobachten, nämlich die letzterwähnte und die subösophageale Kommissur (Fig. 13). In der Oberlippe selbst bilden die genannten Nerven unterhalb des Oesophagus zwei Anschwellungen, die Oberlippenganglien, welche durch eine Querkommissur verbunden sind. In der Mitte dieser Kommissur finden wir eine verdickte und mit einigen großen Ganglienzellen versehene Stelle, die wir wohl auch als Ganglion betrachten müssen. Bei seiner Beschreibung von Branchipus zeichnet Claus (17) einen sehr ähnlichen Nervenring, der den Mund umgiebt, spricht aber von einem medianen großen Ganglion in der Oberlippe, welches wohl dem von mir letzterwähnten Ganglion entsprechen wird. Die seitlich gelegenen Oberlippenganglien, die Samassa beschreibt, und welche ich ebenfalls unterschieden habe, hat er nicht erwähnt. Nach Samassa sollen von hier aus Nerven ausstrahlen, um in den feinen Sinneshaaren an der Spitze der Oberlippe zu enden. Dies mag wohl der Fall sein, ich selber konnte aber die Nerven von den Ganglien aus nur wenig weiter verfolgen. In einer anderen Hinsicht sind die Angaben Samassa's weniger verständlich. Außer der Kommissur, welche die „retroösophagealen Ganglien“

1) Dies ist die Ganglionmasse, welche Samassa auf Fig. 31 als retroösophageales Ganglion angiebt und welche Pelseneer (42) auf seiner Fig. 2 mit *RA* bezeichnet.

(Ganglien des Oberlippennervs) verbindet, beschreibt er nur eine, welche die Oberlippenganglien in Verbindung bringt. Er meint augenscheinlich, daß die Kommissur unten in der Oberlippe selbst liegt, weil er von „einem förmlichen Nervenring" um den Mund herum spricht, welcher in der That wirklich vorhanden ist. Es läßt sich also daraus entnehmen, daß er die oberste von den 3 Kommissuren, die suböesophageale Kommissur, nicht gesehen hat.

Die Angaben von Claus über Branchipus (17) und Pelseneer über Apus (42) stimmen in dieser Hinsicht ziemlich gut untereinander und mit meinen Befunden überein. Die Art der Auffassung ist zwar nicht vollständig dieselbe, doch kann diese Verschiedenheit der Auffassung durch Unterschiede der untersuchten Tierarten bedingt sein. Der von Claus abgebildete Branchipus-Querschnitt (Taf. VI, Fig. 3) zeigt einen sehr ähnlichen Zustand wie das von mir gegebene Bild (Fig. 13). Er beschreibt aber ein einzelnes größeres Ganglion, das er als Ganglion der 2. Antenne auffaßt und zu welchem die beiden oberen Querkommissuren gehören sollen. Er will hierin einen Beweis dafür sehen, daß die Ganglien der 2. Antenne ebenso wie die folgenden Ganglienpaare der Bauchkette eine doppelte Querverbindung besitzen. Dem muß jedoch entgegengehalten werden, daß wir es hier mit einem vertikalen Uebereinanderliegen zweier Kommissuren zu thun haben, während alle übrigen Kommissuren in horizontalem Niveau aufeinander folgen.

Der Zustand bei Apus, wie er von Pelseneer (42) geschildert wird, ist wieder ein wenig anders. Von einem deutlich getrennten größeren Ganglion (ganglion of the stomatogastric nerve) verläuft nach unten ein Nerv (stomatogastric), der einen Ring um den Mund herum bildet. Der „stomatogastric nerve" entspricht dem Oberlippennerven des Simocephalus. Die 2 Querkommissuren, die oberhalb des Oesophagus liegen, scheinen hier eine besonders enge Beziehung zu dem „ganglion of the stomatogastric nerve" (Ganglion des Oberlippennervs) zu besitzen, denn Pelseneer rechnet sie sogar beide dazu (vergl. seine Fig. 2); er meint nämlich, daß bei dem rudimentären Zustande der 2. Antenne eine den Ganglien der 2. Antenne zugehörige Kommissur nicht vorhanden sei. Ueber einen anderen Punkt, der hier in Betracht kommt, äußert er sich sehr deutlich. Er sagt nämlich, daß das Ganglion der 2. Antenne wohl mit zu den Ganglien des Bauchstranges zu rechnen sei, nicht aber das Ganglion des Oberlippennervs, welches vielmehr als adventives Ganglion an der Ausgangs-

stelle des Nervs zur Oberlippe betrachtet werden müsse. Ich selber bin geneigt, diese Ansicht für richtig zu halten, da speciell bei der seitlichen Ansicht des Plattenmodells (Fig. 10) das Ganglion und die Kommissur des Oberlippennervs sehr deutlich unterhalb des Hauptverlaufs der Bauchganglienkette zu liegen scheinen. Es besteht demnach zwischen den Befunden von Pelseneer bei Apus und den meinigen bei Simocephalus eine weitgehende Uebereinstimmung, welche nur durch die differente Auffassung der Kommissuren verdunkelt ist.

Von dem zweiten Ganglion der Bauchkette, dem Mandibelganglion, entspringt ein Nerv zur Mandibel, der seitlich etwas aufwärts und rückwärts an die im Innern des Oberteiles der Mandibel gelegenen Muskeln geht. Dies läßt sich wohl mit der Angabe von Samassa in Einklang bringen, nicht aber meine Beobachtungen betreffs der Nerven zur Maxille. Er sagt nämlich, von dem Mandibelganglion sprechend: „Der Nerv zur Mandibel tritt seitlich aus, der Nerv zur Maxille unter demselben, aber vorn.“ Ich finde aber die zu den Maxillen gehenden Nerven mehrere Schnitte hinter den Mandibelganglien und deren Kommissur. Die Nerven liegen im Bereich der folgenden Kommissur und ziehen nach unten hin, wo sie sich an die Muskeln der Maxillen anlegen. Anfangs wollte ich die Auffassung Samassa's annehmen, bis ich mich bei genauerer Durchmusterung verschiedener Querschnittserien überzeugte, daß die Nerven zu den Mandibeln und Maxillen ziemlich weit voneinander getrennt aus dem Bauchmark heraustreten [1]). In Querschnittserien ist es auch auffallend, daß wir im Bereich der Mandibelganglien nichts von den Maxillen zu sehen bekommen, welche erst weiter zurück nach dem Verschwinden der Mandibeln zu finden sind.

Die Maxille von Simocephalus ist meines Wissens noch nicht abgebildet worden, und gebe ich daher in Fig. 3 ein Ueber-

1) Man sieht die Entfernung an dem Schema Fig. 9. Zwischen der Mandibelkommissur und der nächstfolgenden, von deren Ganglien die Nerven an die Maxillenmuskeln ausgehen, fand ich durchschnittlich etwa 8 Schnitte. Das Schema ist in 200-facher Vergrößerung hergestellt; die Schnitte, welche 5 μ dick sind, entsprechen also jeweils 1 mm.

Auch das Gesamtbild Fig. 1 wurde (um eine Vereinigung mit dem von dem Plattenmodell gewonnenen Bild zu erleichtern) 200 mal vergrößert gezeichnet, und es läßt sich darauf leicht erkennen, daß ein Nerv, der von dem Mandibelganglion bis in die Maxille hineinreichte, einen ganz abnorm langen Verlauf besitzen müßte.

sichtsbild derselben; sie zeigt 3 große Haare oder Borsten, welche medianwärts und nach vorn gerichtet sind und deren Spitzen gerade über den Kauflächen der Mandibeln liegen. Distalwärts folgt auf diese 3 Borsten noch ein kleiner Lappen, welcher mit kleinen steifen Haaren am Rand besetzt ist. Der Querschnitt Fig. 25 geht durch die zweite Borste der Maxille; er zeigt außerdem die Maxillenganglien und die zugehörige Kommissur sowie die abgehenden Nerven zur Maxille.

Mein Befund hinsichtlich der Maxillennerven steht zwar, wie gesagt, mit der Angabe von Samassa in Widerspruch, ist aber mit den Beobachtungen von Claus (14, p. 143 und Anmerkung) bei Daphnia in völliger Uebereinstimmung. Claus scheint zuerst geglaubt zu haben, daß ein einziges Ganglion sowohl Mandibel als Maxille innerviere; später aber kam er zu der Ueberzeugung, daß die beiden Nerven von getrennten Ganglien heraustreten, indem „auf das Mandibularganglion ein mit dem Ganglion des vorderen Beinpaares fast verschmolzenes Maxillarganglion folgt".

Einige Bemerkungen, die Claus in einer späteren Arbeit über Branchipus (17) gemacht hat, lassen sich auch mit dem vorliegenden Befund in Beziehung setzen. Bei Branchipus haben wir nämlich deutlich getrennte Ganglienpaare für die Mandibeln und für 2 Paar Maxillen, und Claus spricht davon, daß bei den Maxillenganglien immer 2 Querkommissuren vorhanden sind, während die Mandibelkommissur auf eine einfache stärkere Querbrücke reduziert ist. Im allgemeinen sind, wie wir sehen werden, doppelte Querkommissuren die Regel. Ich glaube deshalb (obgleich es nicht mit Sicherheit festzustellen ist), daß bei Simocephalus die kleine Querkommissur, welche der oben erwähnten Maxillenkommissur so dicht folgt (Fig. 9), auch mit zu den Maxillenganglien gehört. Wir können also, wie bei Branchipus, ein durch 2 Querkommissuren verbundenes Maxillenganglienpaar annehmen, während die Mandibelganglien durch eine einzelne Kommissur verbunden sind. Was dann die 3. Querkommissur betrifft, welche den beiden Kommissuren der Maxillenganglien direkt folgt, ist es wohl denkbar, daß sie zu einer rudimentär gewordenen und verschwundenen 2. Maxille gehörte. Es scheint mir, daß in den Kommissuren eher primitivere Verhältnisse sich erhalten können als in den Ganglien und in den Nerven; denn die Ganglien sind überhaupt nur sehr unvollkommen gesondert, und die Nerven müssen sich mit allen Veränderungen der Muskeln und der Gliedmaßen ebenfalls verändern.

Man sieht an der Figur, daß die letzterwähnten 3 Kommissuren sehr nahe beisammenliegen und die Ganglien sich nicht gegeneinander abgrenzen lassen. Auch die nächstfolgenden Ganglien, welche die größten der ganzen Kette sind, sind nahe zusammengerückt, sozusagen nach vorn zusammengedrängt. Dies hängt offenbar damit zusammen, daß die Ansatzstellen der 4 ersten Beinpaare ziemlich weit vorn liegen und auch ein Teil der Muskeln, insbesondere die Abductoren des 3. und 4. Beinpaares, von vorn oben nach hinten unten ziehen. Man bemerkt von dem Maxillenganglion an eine auffällige Verdickung der Nervenstränge, welche im Bereich des Ursprungs der Nerven der ersten 3 Beinpaare am stärksten wird, während von hier an der Bauchstrang sich allmählich verdünnt, immer weniger Ganglienzellen aufweist und zuletzt auf einer langen Strecke deren fast ganz entbehrt (Fig. 9).

Im Bereich des Ursprungs der Nerven der ersten 3 Beinpaare finden wir 6 Kommissuren, abwechselnd starke und schwache. Ich glaube, daß jedem Ganglion eine starke und eine schwache Kommissur zugehört, wie das auch aus vergleichenden Gründen wahrscheinlich ist (vergl. p. 485). Ich rechne also dem Ganglion des 1. Beinpaares die dünne Kommissur zu, welche den früher besprochenen Kommissuren folgt, und die in etwas größerem Abstande folgende starke Kommissur. Aehnlich verhält es sich in dem nächsten Segment, indem eine dünne und eine starke Querkommissur vorhanden ist. Dann folgt nochmals eine schwache und eine starke Querkommissur, und die letztere bezeichnet das Ende der erwähnten Verdickung der Nervenstränge (Fig. 9 der Tafel XXV und Textfigur 2).

Es ist etwas schwierig, die Nerven der einzelnen Beinpaare zu bestimmen, da wohl mehrere Nerven jederseits zu jedem Beinpaar gehören, auf alle Fälle zu den vorderen. Samassa unterscheidet bei jedem Beinpaar jederseits 4 Nerven, einen seitlichen, einen oberen, einen mittleren und einen unteren. Er erkannte diese Anordnung deutlich bei Sida, bei welcher Form aber die einzelnen Ganglien nicht verschmolzen, sondern deutlich getrennt sind. Für Simocephalus beschreibt und zeichnet er den oberen, den mittleren und den seitlichen Nerven, den unteren konnte er nicht wahrnehmen. Ohne den Angaben von Samassa widersprechen zu wollen, kann ich nur bemerken, daß ich diese regelmäßige Anordnung nicht erkennen konnte. Nur so viel kann ich mit Sicherheit angeben, daß der stärkste Nerv jedes Bein-

paares unmittelbar vor der starken Kommissur des betreffenden Kommissurenpaares abgeht.

Nach der letzterwähnten starken Querkommissur verdünnen sich die Nervenstränge ziemlich beträchtlich, während der Belag von Ganglienzellen viel spärlicher wird. Eine dünne Querkommissur ist bald wahrzunehmen, und dann folgt eine starke Querkommissur, die in der That die allerletzte ist. Wie die Textfig. 2 zeigt, ist diese starke Querkommissur von den vorhergehenden bedeutend weiter getrennt, als die vorhergehenden Kommissuren voneinander entfernt sind. Die angeschwollenen Teile, welche durch diese Kommissur in Verbindung gebracht werden, sind die Ganglien des vierten Beinpaares und schicken Nerven in das letztere hinein. — Weiterhin findet man noch einen langen, dünnen Teil, welcher fast vollständig frei von Ganglienzellen ist, und noch eine deutliche Anschwellung, an welcher auch wieder Ganglienzellen liegen. Diese bildet den Abgangspunkt für die Nerven zum fünften Beinpaar. Von diesem letzten Ganglionpaar aus lassen sich die dünnen Stränge noch eine lange Strecke weit verfolgen, zeigen aber keine Ganglienzellen mehr. Aus den Ganglien der letzten Beinpaare sollen nach Claus (13, p. 379) dünne Nerven zu den Schwanzborsten entspringen. Diese Sinnesborsten besitzen je eine kleine Gruppe von Sinneszellen, aber den Zusammenhang mit der Bauchganglienkette, welcher zweifellos existiert, konnte ich nicht sehen.

Vergleichender Teil. Es bleibt uns noch übrig, das Nervensystem des Simocephalus (Textfig. 2) mit demjenigen der anderen Phyllopoden [1]) zu vergleichen.

Was die übrigen Cladoceren betrifft, so liegen über das Nervensystem derselben folgende Angaben vor.

Leydig giebt in seinem großen Werk (p. 33) an, daß er von dem Bauchmark, dessen Existenz er vermutet, nichts habe sehen können. Genau beschrieb er das Gehirn mit dem Ganglion opticum und den zugehörenden Nerven, jedoch war von histologischen Feinheiten damals nicht viel zu erkennen.

Klunzinger (27) ist der erste, der das schwer zugängliche Bauchmark einer Daphnia beschrieben hat. Bei Daphnia longispina ist es ihm gelungen, das Bauchmark teilweise herauszupräparieren, und seine Abbildung ist nebenstehend wiedergegeben

1) Da die Autoren die Bezeichnung Phyllopoda in verschiedener Weise angewendet haben, so erwähne ich, daß ich mich an die Einteilung von Claus anschließe, bei welcher wir die Phyllopoda als Hauptgruppe (Ordnung) mit den Unterabteilungen Branchiopoda und Cladocera finden.

(Textfig. 3). In seiner Beschreibung spricht er von den „nur schwach angedeuteten gangliösen Anschwellungen", was auch für Simocephalus zutrifft, wie ich noch einmal betonen möchte. Außerdem hat er denjenigen Teil der Ganglienkette, von welchem die Nerven zu den Beinpaaren abgehen, in der Weise abgebildet, daß seine Figur, was die Länge und die Lage der Ganglien betrifft, sehr gut auf das von mir beobachtete Bild sich zurückführen läßt. Zu bemerken ist, daß bei jedem Ganglion 2 Querkommissuren vorhanden sein sollen, was bei Simocephalus auch der Fall ist, wenn man jeweils eine große und eine dünne Kommissur zu einem Ganglion rechnet. Bei Simocephalus habe ich keine Verbindung im Gebiet des 5. Beinpaares gefunden, wogegen Klunzinger bei Daphnia eine doppelte Kommissur auch an dieser Stelle gezeichnet hat.

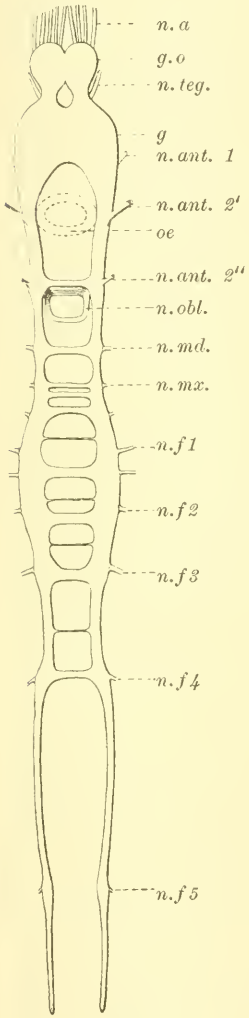


Fig. 2.

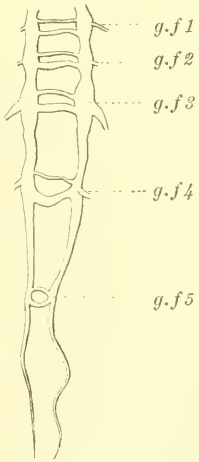


Fig. 3.

Fig. 2. Schema des Nervensystems von Simocephalus sima. Vergr. 132. Die Erklärung der Buchstaben ist auf p. 518 gegeben.
Fig. 3. Bauchmark von Daphnia longispina (nach Klunzinger).

Später ist Claus (13) an die Frage bei Daphnia (D. similis) herangetreten, aber ohne sehr viel mehr darüber sagen zu können. Er will verschiedene ungewöhnliche Gebilde in dem Gehirn und Ganglion opticum gesehen haben, berichtigt aber diese Ansichten in einer späteren Arbeit (17). Auf die schon besprochene

Frage der Lage des Antennarius II kommt er hier auch zu sprechen (vergl. p. 475). Bei Moina hat er dicht unter den Mandibeln ein Ganglion erkennen wollen, durch welches die Muskeln der Mandibeln und Maxillen innerviert werden. Im darauffolgenden Jahr aber, in einer Arbeit über die Polyphemiden (14), korrigierte er diese Angabe insofern, als er bei Daphnia auch für die Maxille ein gesondertes Ganglion fand. Mit meinem Befund bei Simocephalus würde diese letztere Angabe besser übereinstimmen.

Im gleichen Jahre (1877) erschien auch eine Abhandlung von Spangenberg (51) über das Centralnervensystem von Daphnia magna und Moina rectirostris, welche leider aller Abbildungen entbehrt. Spangenberg vertrat die Ansicht, daß die subösophageale Kommissur in Beziehung zum Ganglion der 2. Antenne steht, was ich auch für wahr halte. Er beschreibt außerdem ein Maxillenganglion als selbständiges Ganglion, welches durch eine eigene Kommissur mit dem der anderen Seite verbunden ist. Dies trifft gerade mit dem zusammen, was ich selber gefunden habe. Durchweg findet er auch die Ganglien des Bauchmarks durch 2 Querkommissuren miteinander verbunden.

Bis 1891 ist über die Daphniden im engeren Sinne nichts Weiteres geschrieben worden; dann haben wir aber die oft genannte Arbeit von Samassa (46), welche die Verhältnisse nach Schnittserien mit größerer Genauigkeit klarlegte. Von seinen Angaben brauche ich die Details nicht noch einmal durchzunehmen. Zu betonen ist, daß er nicht ein gesondertes Ganglion für die Maxillennerven gefunden hat und daß er sich sehr deutlich gegen das angegebene Vorhandensein der doppelten Querkommissuren der Bauchganglien ausspricht. Es mag hier gelegentlich bemerkt werden, daß Samassa ebenfalls eine zusammenfassende Besprechung der Litteratur gegeben hat.

Von den anderen Cladoceren haben wir mancherlei Beschreibungen des Nervensystems in Vergleich zu ziehen.

Claus verdanken wir die allererste Schilderung des Bauchmarks einer Cladocere, und zwar der Evadne mediterranea (10), wo die Verhältnisse wegen der relativen Durchsichtigkeit weniger schwierig zu erkennen sind als bei Daphnia oder Simocephalus. Auf die Verhältnisse des Nervensystems bei diesen specialisierten Formen kommen wir später noch einmal zu sprechen, da Claus diese in seiner Polyphemidenarbeit (14) ausführlicher behandelt hat.

Was Sida anbetrifft, so hat zuerst Sars (47) von der Bauchganglienkette gesprochen und außerdem einen kurzen Teil davon abgebildet. Aus seiner Beschreibung ist nicht zu ersehen, ob er eine einfache oder eine doppelte Querkommissur gefunden hat. Nach seiner Figur könnte man sie wohl für eine doppelte Kommissur halten, oder auch für eine einfache, wie sie Samassa (l. c., p. 130) aufgefaßt hat. Samassa (p. 101) hat ebenfalls den Bau des Nervensystems bei Sida behandelt; wie zu erwarten war, schließt sich der Bau ziemlich eng an den von Simocephalus an. Gehirn,

Ganglion opticum und zusammengesetztes Auge sind hier näher zusammengerückt als bei Daphnia oder Simocephalus. Aus dem hinteren Teil des Gehirns treten ebenfalls die Nerven an die Riechantennen, während die 2 Nerven zur Ruderantenne in der Schlundkommissur dicht hinter dem Gehirn ihre Austrittsstellen haben. Samassa meinte allerdings, daß die zugehörige Querkommissur schon im Gehirn läge, was mit meiner Annahme betreffs Simocephalus nicht übereinstimmt. In dem Bauchmark findet Samassa außer dem Mandibelganglion ein getrenntes Maxillenganglion, welches aber keine Querverbindung besitzt. Die Ganglien des Bauchstranges sind durch ventrale Anschwellungen ziemlich deutlich als solche zu unterscheiden und sind mittelst einfacher Querkommissuren mit den entsprechenden Ganglien der anderen Seite verbunden. Die angegebenen einfachen Querverbindungen lassen sich weder mit meinen Befunden bei Simocephalus noch mit denjenigen anderer Beobachter bei Daphnia vereinigen.

Das Nervensystem bei Leptodora ist 1867 von P. E. Müller (41) einigermaßen klargelegt worden, aber die Verhältnisse wurden später durch Weismann (54) genauer und richtiger dargestellt. Samassa (p. 124) ist auch an die Frage herangetreten, indem er mit Hilfe seiner Schnittserien noch einige unsichere Punkte aufgeklärt hat. Was dem Beobachter bei Leptodora sofort auffällt, ist die große Entfernung des eigentlichen Bauchmarks vom Gehirn und die dementsprechende Länge der Schlundkommissur. Das Ganglion opticum läßt weniger deutlich als bei Simocephalus seine paarige Natur erkennen und ist an dem Gehirn selbst angeschmolzen, während das zusammengesetzte Auge gleichfalls direkt auf dem Ganglion opticum aufsitzt ohne Vermittelung durch die Augennerven. Die Nerven zu den 1. Antennen treten wie bei anderen Cladoceren unten aus dem Gehirn heraus, die zu den 2. Antennen aus einem ansehnlichen „unteren Schlundganglion", das anscheinend aus dem Ganglion der 2. Antenne, dem Mandibelganglion und dem Ganglion des Oberlippennervs zusammengesetzt ist. Der Bau des Bauchmarks ist ebenfalls höchst charakteristisch. Außer den erwähnten Ganglien haben wir in der Gegend der Beinpaare eine breite Platte, an welcher überhaupt keine Trennung der Ganglien und selbst nichts von der Trennungslinie zwischen den beiden Seiten zu sehen ist. Von dieser zusammengeschmolzenen Masse treten jederseits 5 Nerven heraus. Der letzte Nerv verzweigt sich und schickt je einen Nerven in das 5. und 6. Bein; ein dritten Zweig verläuft noch weiter in das Abdomen. Die anderen 4 Nerven ziehen direkt in die ersten 4 Beine hinein. Die ursprünglich bilaterale Zusammensetzung dieser Ganglienplatte ist in den Schnitten noch deutlich zu erkennen. Der früheren Annahme von Weismann, daß wir in Leptodora eine Urdaphnide zu sehen hätten, ist von mehreren Autoren widersprochen worden, und nach dem, was von dem Nervensystem dieser Form angegeben wird, scheint es auch sehr unwahrscheinlich, daß dasselbe ursprüngliche Verhältnisse zeigt. Im Vergleich mit dem Bau des Centralnervensystems bei Simo-

cephalus und bei Sida erscheint dasselbe bei Leptodora auffallend specialisiert.

Eine eingehendere Besprechung des Nervensystems bei den Polyphemiden (14) ist von Claus 1877 gegeben worden. Bei diesen ebenfalls abweichenden und specialisierten Formen finden wir eine ähnliche interessante Abänderung des Centralnervensystems, das relativ kurz, dick und zusammengeschmolzen geworden ist. Gehirn und Ganglion opticum sind groß und mit dem Bauchmark durch lange Kommissuren verbunden. Der schlundumfassende Teil der Kommissuren ist sehr breit in der dorsoventralen Dimension, während nach dem subösophagealen Ganglion ein dünnerer Teil folgt, der bis zum Maxillenganglion reicht. In dieser Hinsicht können wir also einen direkten Vergleich mit Simocephalus ziehen. Die Nerven zu den beiden Antennen treten an den gewöhnlichen Stellen respektive aus dem Gehirn und den Schlundkommissuren heraus. Wir haben ferner bei den Maxillenganglien eine einzelne Querkommissur, bei den ersten 2 Beinpaaren aber 2 Querbrücken wie bei Simocephalus und Daphnia. Der Verlust einiger Querkommissuren könnte wohl mit der bedeutenden Konzentration des Nervensystems zusammenhängen. Die vorstehende Beschreibung bezieht sich speciell auf Bythotrephes[1]), doch ist der Bau des Nervensystems bei Evadne und bei Polyphemus nahezu derselbe.

Hinsichtlich der Branchiopoden liegen mehrere Beschreibungen des ganzen Nervensystems vor. Aus dem Jahre 1841 haben wir eine für die damalige Zeit bewunderungswürdige exakte Darstellung des Nervensystems bei Apus cancriformis von E. G. Zaddach (58). Die Einzelheiten sind größtenteils richtig wenn auch nur wenig übersichtlich angegeben, weshalb vielleicht die Arbeit weniger berücksichtigt worden ist, als dies hätte geschehen sollen. Von Lankester (30) wurden die Abbildungen Zaddach's kombiniert, und ich gebe hiermit im Text (Fig. 4) das so gewonnene Schema des vorderen Teiles des Nervensystems zum Vergleich. Die Verhältnisse bei Apus sind schon oben (p. 476 u. 480) in Betracht gezogen und diskutiert worden, doch möchte ich einiges rekapitulieren. Aus dem nahezu quadratischen Gehirn entspringen die Nerven zu den Ganglien der beiden zusammengesetzten Augen. Weiter zurück aus der Schlundkommissur tritt der Nerv zur 1. Antenne heraus, doch hat der Nerv, wie Pelseneer (42) gezeigt hat, trotz seiner abweichenden Lage, in Wirklichkeit seine Wurzel im Gehirn (Textfig. 4 *n. ant. 1*). Der Antennarius II, hier aus einem einzelnen Nerv bestehend, nimmt seinen Ursprung aus dem subösophagealen Ganglion; an dieser Stelle verläuft nach unten der Oberlippennerv,

---

1) Das Nervensystem von Bythotrephes ist außer von Claus auch von Samassa beschrieben worden; Samassa weicht insofern von Claus ab, als er überhaupt nur 4 Querkommissuren in der Gegend der Beinpaare findet.

welcher von dem ansehnlichen Oberlippenganglion entspringt. Abgesehen davon, daß der Antennarius I eine andere Austrittsstelle besitzt, haben wir also eine große Konformität mit dem Bau des Nervensystems, wie wir ihn bei den ursprünglicheren Arten der Daphniden (Sida, Daphnia, Simocephalus) kennen gelernt haben. Was den übrigen Teil des Bauchmarks betrifft, so ist er durch große Einförmigkeit charakterisiert. Die beiden Nervenketten liegen hier in geringem Abstand voneinander und vereinigen sich hinten in der Mittellinie vollständig. Zu jedem Ganglionpaar gehören 2 Querkommissuren von ungefähr gleicher Dicke. Unmittelbar hinter den subösophagealen Ganglien folgen diejenigen der Mandibeln und der 1. Maxillen. Zu den 2. Maxillen gehen kleine Nerven, die zwischen den Maxillenganglien und den Ganglien des 1. Beinpaares ihre Austrittsstellen besitzen (Fig. 4 *n. mx'*). Aus den vorderen Ganglien treten seitlich mehrere Nerven in die Extremitäten hinein, doch nach hinten zu vermindert sich ihre Zahl.

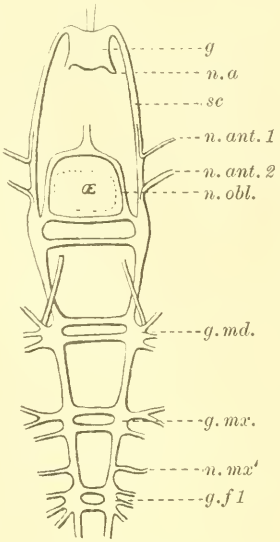


Fig. 4. Schema des vorderen Teiles des Nervensystems von Apus (nach Zaddach und Lankester, etwas modifiziert). Die Erklärung der Buchstaben ist p. 518 gegeben.

Unsere Kenntnis des Baues des Nervensystems bei Branchipus verdanken wir hauptsächlich Claus, der in zwei Arbeiten (11, 17) hierüber gesprochen hat. Schon früher hat Leydig (32) das Nervensystem bei dieser Form einigermaßen beschrieben; seine Angaben stützten sich aber nur auf Untersuchungen durchsichtiger ausgewachsener Exemplare. Die Verhältnisse hier sind ebenfalls in dem beschreibenden Abschnitt schon teilweise berücksichtigt worden (p. 480, 482) und zeigen im wesentlichen nur das Gleiche. Aus dem Gehirn treten die Nerven in die großen Stilaugen (die zusammengesetzten Augen) und in die 1. Antennen hinein. Das Medianauge ist sehr gut entwickelt und sitzt auf 3 kurzen aus dem Gehirn entspringenden Nerven, während der Tegumentarius anteroventral aus dem Gehirn herauskommt. Der Antennarius II hat seinen Ausgangspunkt in der Schlundkommissur, und die subösophagealen Ganglien mit dem Mundring und den zugehörigen Gebilden sind im Vergleich zu den anderen Formen nur sehr wenig abgeändert. Die Mandibeln und die 1. und 2. Maxillen besitzen deutlich gesonderte Ganglien. Weiter zurück folgen die 11 Ganglienpaare der beintragenden Segmente, doch ist auch ein Näherrücken der beiden Nervenstränge im hinteren Teil des Körpers zu bemerken, obgleich eine Verschmelzung nicht stattfindet. Aus den in zwei Abschnitte eingeschnürten Ganglien der Bauchkette treten jeweils

2 Seitennerven heraus. Die Ganglien der Beinpaare besitzen durchweg doppelte Querkommissuren.

Das Nervensystem bei Artemia, von Leydig (32) und Claus (17) gleichfalls mit Branchipus zusammen berücksichtigt, schließt sich innigst an das Nervensystem der letzterwähnten Form an.

Von Grube (23) haben wir eine Darstellung des Nervensystems bei Limnetis, die, obgleich nur unvollkommen, die Aehnlichkeit des Baues mit demjenigen der verwandten Formen erkennen läßt. Das Zusammenschmelzen der beiden großen zusammengesetzten Augen in der Mittellinie hat hier erst begonnen, die beiden Augen bleiben noch deutlich unterscheidbar, und die Augenganglien sind vollständig getrennt. Der Antennarius I tritt aus dem posteroventralen Winkel des Gehirns heraus, und der Antennarius II besteht aus 2 Nerven, welche die gleiche Lage besitzen wie die bei Simocephalus. Von den Querkommissuren sagt Grube (p. 117): „An einigen vorderen Segmenten schien mir die Kommissur einfach, an den hinteren aber bestand sie deutlich aus 2 voneinander getrennten Strängen."

An Limnetis schließen sich ebenfalls die Verhältnisse bei Limnadia an, welche von Klunzinger (26)[1]) und von Spangenberg (52) besprochen wurden. Hier sind noch deutlich 2 zusammengesetzte Augen erkennbar, die nur in der Mittellinie teilweise mit einander verschmolzen sind, und damit zusammenhängend finden wir noch getrennte Augenganglien. Der Nerv zur 1. Antenne entspringt aus dem Gehirn, derjenige zur 2. Antenne aus dem 1. Ganglienpaar hinter dem Schlund. Von diesen Ganglien aus gehen auch nach unten zu die 2 großen abgeplatteten Nerven zur Oberlippe. Die 2 folgenden Ganglienpaare schicken Nerven resp. zu den Mandibeln und zu den Maxillen. Ich gebe nebenstehend (Textfig. 5) das Bild des vorderen Abschnittes des Nervensystems nach Klunzinger. Hinsichtlich der Zahl und der Natur der Querkommissuren giebt Klunzinger an, daß von dem Mandibelganglion an in jedem Segment 2 vorhanden sind, eine vordere schwächere und eine hintere stärkere. Dies würde natürlich mit meinem Befund bei Simocephalus sehr gut übereinstimmen, abgesehen von der angegebenen Zweizahl der Kommissuren zu den Mandibelganglien. Aber Spangenberg hält die vordere Querverbindung im Bereich des Mandibelganglions (welche sogar in der Abbildung unnatürlich weit vorn zu liegen scheint) für die 2. Kommissur des subösophagealen

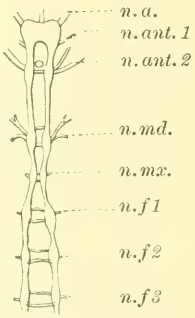


Fig. 5. Gehirn und Bauchmark von Limnadia (nach Klunzinger).

1) Bei Grobben (22, p. 55 Anmerkung) finde ich eine Bemerkung, daß die von Klunzinger als Limnadia gubernator bezeichnete Form in Wirklichkeit der Gattung Estheria angehöre.

Ganglions. Die Mandibelganglien hätten demnach nur eine einzige breite Kommissur, was Spangenberg auch ausdrücklich sagt.

Wenn wir den Bau des Nervensystems bei der ganzen Gruppe der Phyllopoden überblicken, so können wir darin deutlich eine ziemlich vollständige phylogenetische Reihenfolge erkennen. Bei Branchipus und Apus haben wir getrennte Augen mit getrennten Augenganglien und eine sehr lang ausgezogene, regelmäßig gebaute Bauchganglienkette. Die Ganglien sind deutlich getrennte Anschwellungen, größtenteils durch 2 Querkommissuren miteinander verbunden. Limnadia und Limnetis (ebenso Estheria) zeigen insofern eine weitere Entwickelungsstufe, als die 2 zusammengesetzten Augen partiell miteinander verschmolzen sind, obgleich die Augenganglien sich noch nicht berühren. Das Bauchmark ist bedeutend kürzer, die Ganglien sind nur schwache Anschwellungen, und die Querkommissuren sind ungleichartig (dünner und dicker). Bei Sida, die wir wohl als die primitivste Cladocere betrachten können, sind schon die Augen und die Augenganglien median ziemlich weit verschmolzen. Das Nervensystem ist nochmals verkürzt und so modifiziert, daß die Ganglien der Bauchkette hauptsächlich durch ventrale Anschwellungen zu unterscheiden sind. Die Verhältnisse bei Daphnia und bei Simocephalus weichen hiervon nur wenig ab. Bei Simocephalus ist, wie wiederholt gesagt, von Ganglien gar nicht zu sprechen. Die Ganglien lassen sich allein durch das Vorhandensein der Querkommissuren (welche auch hier doppelt sind) und die seitlich heraustretenden Extremitätennerven bestimmen. Der Bau des Nervensystems bei den Polyphemiden und endlich bei Leptodora ist ganz ersichtlich derjenige von höchst specialisierten und abweichenden Formen. Zusammengesetztes Auge, Ganglion opticum und Gehirn sind dicht zusammengedrängt und verschmolzen, während das Bauchmark stark verkürzt und mehr oder weniger zu einer einheitlichen Masse geworden ist. Die beiden Antennennerven haben ihre gewohnten Ausgangspunkte beibehalten trotz der abnorm verlängerten Schlundkommissuren (z. B. bei Leptodora).

Wir können also im allgemeinen eine große Uebereinstimmung im Centralnervensystem der ganzen Gruppe der Phyllopoden erkennen, besonders wenn wir die Befunde in einer Reihe betrachten. In der phylogenetischen Entwickelung stellen Branchipus und Apus offenbar die ursprünglichsten Formen dar, und davon leiten

sich Formen wie Estheria und Limnadia ab, welche dann zu den Cladoceren einerseits und zu den Ostracoden andererseits hinüberführen [1]). Unter den Cladoceren scheint Sida den Estheriden noch am nächsten zu sein, wenigstens besteht, wie oben gezeigt wurde, im Bau des Nervensystems die relativ größte Aehnlichkeit. Von Sida ist kein weiter Schritt zu Daphnia und Simocephalus und diese Formen vermitteln den Uebergang zu den höchst abweichenden Polyphemiden (Bythotrephes, Polyphemus und Leptodora).

Sinnesorgane.

Das zusammengesetzte Auge. Das große Auge der Cladoceren — das sogenannte zusammengesetzte Auge — stellt immer ein höchst auffallendes Organ dar, weshalb die Tiere von einigen älteren Autoren den Namen Monoculus beigelegt bekamen. Die Bewegungen des Auges werden jederseits durch 3 Muskeln bewirkt. Letztere laufen nach einem Punkt hin zusammen und setzen sich oberhalb des Auges an die Schale an. Das Auge hat bei Simocephalus eine auffallende Beweglichkeit und wird zuweilen in einer Art zitternder Bewegung angetroffen, obgleich, meiner Ansicht nach, diese Eigentümlichkeit noch charakteristischer für die gewöhnlichen Daphnia-Arten ist. Das Auge besteht im wesentlichen aus einer Anzahl von Krystallkegeln, welche alle mit der Spitze nach innen gewendet sind, und aus den Retinulae, welche von den percipierenden Zellen gebildet werden. Dieser Bau ist schon von Carrière (8) in seinem wichtigen Werk über die Sehorgane der Tiere für Simocephalus wie auch für Leptodora beschrieben worden. Ich habe mich nicht eingehend mit der Histologie des Auges beschäftigt.

Aus der Embryologie läßt sich deutlich erkennen, daß das zusammengesetzte Auge ursprünglich ein paariges Organ ist. Man erkennt dies an Fig. 20, welche sich auf ein schon ziemlich

1) So schreibt Haeckel in seiner systematischen Phylogenie (1895), Bd. 2, p. 658: „Die volle Ausbildung der muschelähnlichen zweiklappigen Schale zeigen dagegen die Estheriaden (Estheria, Limnadia); von ihnen lassen sich sowohl die Cladoceren als die Ostracoden und Cirripedien ableiten. Die Cladoceren, Daphniden und Polyphemiden gleichen Estheria-Larven mit 4—6 Paar thoracalen Schwimmfüßen.“

weit entwickeltes Tier bezieht; außerdem sind hier auch die Bildungszellen der Krystallkegel zu bemerken, während die inneren Teile des Auges durch schwarzes Pigment verdeckt sind[1]). Bei Fig. 6 sieht man, wie überraschend weit in die pigmentierte Masse hinein sich die Augennerven verfolgen lassen selbst bei diesem erwachsenen Stadium. Ferner bemerkt man in dieser Figur, wie die Pigmentkörnchen sich eine Strecke weit an den einzelnen Nervensträngen entlang nach hinten ziehen. In seiner Fig. 64 hat Grobben (22) bei Moina einen vollständig ähnlichen Zustand abgebildet, aber ohne im Text davon zu sprechen.

Das Medianauge. Das Medianauge, zeichnet sich in auffallender Weise aus durch seine Größe und seine abweichende Gestalt, im Vergleich mit den Daphnien. Wohl sind die Gattungen Simocephalus und Daphnia durch mehrere Merkmale zu unterscheiden, aber schon mit einem einzigen Blick auf das Medianauge kann man den Simocephalus erkennen. Bei Simocephalus haben wir es hauptsächlich mit einem langausgezogenen Streifen von Pigmentsubstanz zu thun, welcher unten zu einem kugeligen Gebilde anschwillt (Fig. 1). Das obere Ende des Medianauges heftet sich an das Gehirn an, da, wo die präcentrale Neuropilmasse liegt und wo die zwei Tegmentariusnerven ihre Austrittsstelle haben. Bei manchen Exemplaren bemerkte ich an der Pigmentmasse einen nach vorn gehenden Fortsatz, wie in Fig. 1 angegeben. Die Pigmentmasse erscheint tief schwarz, teils infolge der dunklen Farbe der Pigmentkörnchen, teils infolge des starken Lichtbrechungsvermögens. Sie besteht aus zahlreichen kleinen Kügelchen, die eng aneinander liegen. Jedes Kügelchen ist sehr stark lichtbrechend und bietet daher die optische Erscheinung eines dunklen Kreises mit hellem Centrum. Hinter der langgestreckten Pigmentmasse finden wir den Hauptnerv zum Medianauge, der aus der präcentralen Neuropilmasse entspringt und nach unten verläuft (Fig. 15), wo er mit einer Anschwellung, die aus 4 Zellen besteht, in Verbindung tritt. Dieses Gebilde ist gerade da gelegen, wo die größte Anschwellung der Pigmentsubstanz vorhanden ist, und in transversaler Schnittrichtung gesehen, zeigt es längliche Zellen mit deutlichen Nuclei (Fig. 16). Noch weiter unten sehe ich Zellen, die offenbar damit in Verbindung stehen und in welchen ich ebenso wie Samassa den Ursprung

---

1) Aehnliche Stadien sind von Grobben in seiner Moina-Arbeit (22) abgebildet worden, allerdings nur nach Totalpräparaten.

der zu dem reduzierten Frontalorgan gehenden Nerven vermute. Ich glaube auch mit einiger Sicherheit sagen zu können, daß außer dem stärkeren medianen Nerven noch 2 kleinere seitliche vorhanden sind, die mit seitlich gelegenen Zellen des Medianauges in Verbindung kommen. An einem transversalen Schnitt sieht man nämlich oben neben der Austrittsstelle des medianen Nervs rechts und links feinere Stränge, die gleichfalls nach unten verlaufen, um sich allem Anschein nach mit den seitlich gelegenen Zellen des Medianauges zu vereinigen.

Ueber den genaueren Bau des Medianauges kann ich keinen befriedigenden Aufschluß geben, da das Pigment hier eine so außergewöhnliche Ausdehnung hat[1]). Claus (18) hat vermittelst sagittaler und transversaler Schnitte die Verhältnisse bei Daphnia pulex, wo bekanntlich die Pigmentmasse ganz klein ist, sehr genau beschrieben. Mit dieser Schilderung von Claus stimmen meine Angaben doch einigermaßen überein. Nach ihm sind bei Daphnia auch 3 nach unten gehende Nerven zu sehen, die mit 3 Lappen, den „Augenbechern", in Verbindung stehen. Wir haben einen unpaaren ventralen Becher und 2 seitlich gelegene, und jeder soll 4 „Sehzellen" enthalten. Von dem ventralen Augenbecher treten 2 Nerven zum Frontalorgan, in denen je ein Kern eingelagert ist.

Leydig hat das Medianauge von Simocephalus beschrieben, aber weiter als bis zur äußeren Gestalt des Auges ist er nicht gekommen. Auf die feinere Histologie des Organs geht auch Samassa nicht näher ein. Er spricht von einem ringförmigen Zug von Nervensubstanz, welcher aus dem Gehirn in weitem Bogen an das Auge herantritt. Ohne positiv zu behaupten, daß dieses eigentümliche Gebilde nicht vorhanden ist, kann ich nur sagen, daß ich nichts davon gesehen habe.

Daß das Medianauge der Cladoceren im Vergleich mit denjenigen der Mehrzahl der anderen Entomostraken ein unbedeutendes und oft stark reduziertes Organ ist, betonte Claus (18) in seiner wichtigen Abhandlung über das Medianauge der Crustaceen. Als Grund dafür können wir einfach die bedeutende Entwickelung des zusammengesetzten Auges ansehen. Es paßt zu dieser Ansicht, daß das Medianauge beim Embryo von Simocephalus relativ größer ist als beim erwachsenen Tier. Es ist kaum zu glauben, daß bei den Cladoceren im erwachsenen Zustand dieses Nauplius-

1) Ich glaube, daß genügende Resultate bei Simocephalus nur durch Entpigmentieren zu erzielen sind; doch dies ist eigentlich eine Untersuchung für sich, auf die ich mich jetzt nicht einlassen will.

auge noch in irgend einer Weise funktioniert, bei den meisten Arten bleibt es jedoch immer erhalten.

Claus erwähnt, daß dieses Gebilde auch im Larvenstadium vieler Malakostraken zu erkennen ist, und durch die Entdeckungen von Paul Mayer (37), Robinson (44) und Bumpus (5) ist festgestellt, daß dasselbe selbst bei manchen erwachsenen Malakostraken noch erkennbar ist. Das sehr konservative Verhalten der Crustaceen in Bezug auf dieses Naupliusauge weist darauf hin, daß wir es mit einem uralten Organ zu thun haben, welches die Stammformen schon besaßen.

Das Riechorgan (Tastorgan). Die meisten Autoren geben an, daß das Riechvermögen bei den Cladoceren seinen Sitz in den feinen Riechhaaren oder -fäden der 1. Antenne hat, die mit einer Gruppe von großen Sinneszellen in Beziehung stehen. Die sog. Riech- oder Tastantennen sind bei Simocephalus (Weibchen) lang ausgestreckt und sind je mit einer Borste versehen [1]), die von der Mitte aus nach vorn hervorragt (Fig. 1). Von den feinen Riechfäden sind beim Weibchen 9 vorhanden, die stets, selbst in gefärbten und geschnittenen Präparaten, ein geknöpftes Aussehen aufweisen; dies hat schon Leydig (p. 41) als eigentümliches Merkmal dieser Fäden angegeben. Auch ist die ebenfalls von Leydig erwähnte Eigentümlichkeit wieder in den Schnittserien zu sehen, nämlich „daß die Cuticula der Tastantenne da, wo die ‚Tastborsten' von ihr abgehen, ebensoviele dunkel markierte Stellen oder Verdickungen hat". Der Nerv von der postlateralen Neuropilmasse (Riechcentrum nach Samassa) tritt in die Antenne ein und geht in eine deutliche Gruppe von Sinneszellen über, deren feine Fortsätze in die Riechfäden und die größere Borste hineinziehen. Ich hatte gehofft, mit Hilfe meiner Schnittserien bei hoher Vergrößerung noch etwas Weiteres über die Endknöpfchen und das eigentümliche Aussehen der Vereinigungsstelle zwischen Antenne und Riechfäden angeben zu können. Ich sah aber auf den Schnitten nur dasselbe wie beim lebenden Tier und konnte selbst mit 1100-maliger Vergrößerung nichts Näheres erkennen. Erwähnenswert ist es, daß diese charakteristischen Gebilde sich ebenso deutlich in der abgeworfenen Haut (nach der Ecdysis) zeigen, was ebenfalls darauf hinweist, daß sie als Bildungen der Cuticula anzusehen sind.

---

1) Das Männchen besitzt 2 solche starke Borsten, aber nur 8 Riechfäden, wie schon Leydig (33, p. 163) berichtet hat.

Das Nackenorgan. Das Nacken-Sinnesorgan besteht aus zwei Gruppen von birnförmigen Sinneszellen, die über dem Ganglion opticum und den Leberhörnchen an der Schale liegen und die sich gegen die letztere abplatten. Die Zellen haben daher auf Sagittalschnitten einen annähernd dreieckigen Umriß (Fig. 12a). Der bedeutende Nackennerv (Tegumentarius), an dessen äußersten Verzweigungen die Sinneszellen sitzen, hat seinen Ursprung, wie vorhin schon gesagt, in der präcentralen Neuropilmasse. Von hier aus verläuft er jederseits nach vorn und nach oben, geht seitlich an dem Ganglion opticum vorbei und teilt sich in 3 Hauptäste, die ihre Fortsätze in die Sinneszellen senden (Fig. 1). Der kleinste Ast setzt sich in gerader Linie fort, um nur 2 oder 3 Zellen zu versorgen. Der nach vorn gerichtete Ast kommt mit 3 oder 4, der nach hinten gerichtete mit noch mehr Zellen in Verbindung. Die Sinneszellen erscheinen bei der Gesamtansicht des Tieres als eine regelmäßig angeordnete Gruppe, die von der Nähe des zusammengesetzten Auges aus bis über die Leberhörnchen zu verfolgen ist. Die beiden Gruppen (der rechten und linken Seite zugehörig) schließen sich in der Mittellinie ziemlich eng aneinander an, weshalb sie beim lebendigen Tier bei seitlicher Ansicht nur unvollkommen zu sehen sind. Jede Zelle besitzt einen ziemlich großen Nucleus, der in frischem Zustande kaum wahrzunehmen ist, während man ein granuliertes Aussehen der Zellsubstanz, welches durch eine Anzahl von stark lichtbrechenden Körperchen veranlaßt wird, gerade beim lebendigen Tier viel deutlicher sieht. Der abgebildete Schnitt (Fig. 12), obgleich annähernd transversal, trifft wegen der charakteristischen Abwärtsbiegung des Kopfes die Stelle der Sinneszellen in tangentialer Richtung. Man sieht, wie die Zellen sich aneinander schließen und von beiden Seiten her zusammentreffen. Daß die Zellen bei diesem Bilde in verschiedenen Höhen zu liegen scheinen, ist nur die Folge des tangentialen Verlaufs des Schnittes.

Der Darmkanal.

An dem Darmkanal haben wir die drei gewöhnlichen Abschnitte zu erkennen: Vorderdarm, Mitteldarm und Enddarm. Von diesen ist der Mitteldarm bei weitem der größte und wegen seines dunkleren (meist braunen) Inhaltes immer durch die Schale hindurch auffallend deutlich zu sehen. Der Vorderdarm ist relativ

kurz und mit starken Muskeln versehen; die Wandungen desselben berühren sich und treten nur beim Schlucken auseinander. Der Enddarm ist sehr kurz und ebenfalls stark muskulös; er wird nur während der Entleerung der Faeces geöffnet. Wir gehen jetzt zu der genaueren Betrachtung der einzelnen Abschnitte über.

Der Oesophagus (Vorderdarm). Der Oesophagus ist ein einfaches Rohr und stellt den am meisten muskulösen Abschnitt des Darmkanals dar. Er führt von dem Mund zum zweiten Abschnitt, dem Mitteldarm oder Magendarm, und hat im allgemeinen einen nach vorn schräg aufsteigenden Verlauf, obwohl er durch Muskelzug zuweilen fast horizontal oder fast vertikal werden kann. Die Muskeln der Oesophaguswand sind von zweierlei Art — Ringmuskeln und Längsmuskeln (Fig. 6). Die Ringmuskulatur besteht aus etwa 20 starken Bändern, welche die äußerste Schicht bilden. Diese Muskelringe zeigen besonders deutlich das Vorhandensein des reichlichen Sarkoplasma, das nach außen zu gelegen ist, während die Muskelfasern oder Muskelsäulchen nach innen gewandt sind. Dieses Verhältnis (welches wir fast allgemein bei den Muskeln wiederfinden werden) läßt sich bei dem erwähnten Sagittalschnitt sehr deutlich erkennen. [Ueber die Beschaffenheit der Muskeln haben wir später noch eingehender zu sprechen, siehe p. 503.] Die Längsmuskeln sind auch gut entwickelt, und ihre etwas welligen Fasern liegen unter den Ringmuskeln und über dem Epithel des Oesophagus. Man sieht am oberen Ende des Oesophagus auf der vorderen Seite 2 rechts und links von oben herantretende Muskelstränge, die sich zwischen die Ringmuskeln und das Epithel des Oesophagus hineinziehen und in die Längsmuskelschicht übergehen. Weiter oben vereinigen sich diese Stränge mit den 2 größeren Muskeln, die nach unten mit einer gemeinsamen Sehne an der Oberlippe sich ansetzen und als Heber der Oberlippe dienen: die oberen Ansatzstellen dieser Muskeln befinden sich dorsal seitlich neben der großen Drüsenzelle. Durch diesen Zusammenhang der Muskeln sind die gleichzeitigen Lageänderungen des Oesophagus und der Oberlippe leicht zu erklären.

Wie schon von verschiedenen Autoren erwähnt wurde, ragt der Oesophagus eine kleine Strecke in den Mitteldarm vor. Bei genauerer Betrachtung läßt sich erkennen, daß wir es hier mit einer kreisförmigen Einstülpung zu thun haben. An diesem hineinragenden Fortsatz sehen wir noch deutlich die länglichen

Zellen der Oesophagus-Epidermis, doch diese werden weiter nach unten im Oesophagus immer flacher und daher schwerer erkennbar. Eine starke chitinige Intima, durch die Epidermiszellen ausgeschieden, bildet die innerste Schicht des Oesophagus. Der Oesophagus wird festgehalten und sein Lumen erweitert mittelst einer Anzahl kleinerer Muskeln, die ich Dilatatores oesophagi nenne. Von diesen ist sowohl vorn als hinten eine Reihe von Paaren vorhanden. Jedes Paar besteht aus einem rechts und einem links gelegenen Muskel: Fig. 13 zeigt ein vorderes Paar und ein hinteres Paar. Die Muskeln setzen sich mit verbreiterter Basis an der festen Intima des Oesophagus an, ziehen sich also zwischen den Längsmuskeln und den Ringmuskeln hindurch und durchsetzen das Epithel. Die nach vorn gerichteten Muskelpaare heften sich an die Schale kurz vor der Basis der Oberlippe an. Die nach hinten gelegenen gehen in ähnlicher Weise von einer dünnen, quergelegenen Lamelle aus (Fig. 6), die wahrscheinlich von chitinöser Beschaffenheit ist.

Was die Angaben der Autoren betrifft, möchte ich nur erwähnen, daß Claus (13) Längsmuskeln in dem Oesophagus bei den Cladoceren nicht beobachtet hat. Er vermutet, daß Weismann (54), welcher solche Längsmuskeln bei Leptodora beschrieb, durch „Längsfalten der chitinigen Intima“ getäuscht worden sei. Bei meinen 5 μ dicken Schnitten von Simocephalus scheint mir eine solche Täuschung ausgeschlossen, besonders da man die Längsmuskeln von oben her in den Oesophagus eintreten sieht.

Der Mitteldarm. Der Mitteldarm — oder, wie ihn einige Autoren benennen, der Magendarm — macht, wie gesagt, bei weitem den größten Abschnitt des Darmkanals aus und wird ferner charakterisiert durch die Anwesenheit zweier Diverticula, der sog. Leberhörnchen. Diese sind seitliche Ausstülpungen, die nahe am Vorderende des Mitteldarms abgehen, sich bogenförmig nach vorn krümmen und an ihrem Vorderende in der Mittellinie fast miteinander in Berührung kommen. Der Mitteldarm besitzt gleichfalls einen Belag von Ringmuskeln, jedoch sind die Muskeln viel schwächer, nur bandartig, und voneinander getrennt durch Zwischenräume, die bei normal ausgestrecktem Zustande meist etwas breiter als die Muskelstreifen sind. Diese Muskelringe zeigen nichts von der Querstreifung, die im allgemeinen ein so auffallendes Merkmal der Muskeln ist. Die Muskelringe liegen auf einer zarten, ziemlich refraktiven Basalmembran, welche ihrerseits auf dem Darm-

epithel aufliegt (Fig. 6). — Charakteristisch für den ganzen Mitteldarm sind die peristaltischen Kontraktionswellen, die sich besonders von hinten her langsam den Darm entlang fortpflanzen und eine Hin- und Herbewegung des Darminhaltes bedingen.

Das Epithel des Mitteldarms, welchem die Verdauungsfunktion zukommt, besteht aus länglichen Zellen, welche außerordentlich regelmäßig angeordnet und mit Nucleus und Nucleolus versehen sind. Außer einem körnigen Inhalt sehen wir besonders im mittleren und hinteren Teil des Mitteldarmes in den Zellen mehrere helle Blasen, die ich wohl für Fetttröpfchen halten möchte, obgleich bei meinen Präparaten das Fett durch den Alkohol und das Xylol ausgezogen ist. Ferner sieht man deutlich hier und da Ausscheidungsprodukte, anscheinend Schleim (Mucus), der im Begriff ist, in den Darm entleert zu werden (Fig. 6).

Von den anderen Autoren erwähnen auch Leydig und Weismann die Anwesenheit resorbierter Fetttröpfchen in den Zellen dieser Schicht, und Weismann hat sich fernerhin bei Leptodora von der „Sekretion einer schleimigen Masse durch die Magenzellen" überzeugt.

Mit einer anderen Angabe dieser Autoren, welcher auch Claus (13) zustimmt, kann ich mich gar nicht einverstanden erklären. Sie sprechen von dem Vorhandensein einer zarten chitinigen Intima, welche diesen Darmabschnitt auskleide. Ich muß sagen, daß ich nichts derartiges habe sehen können. Wie auch andere Feinheiten des Baues hätten sich diese Verhältnisse, glaube ich, viel eher auf den Schnittserien zeigen müssen als auf irgend eine andere Weise. Ich sehe, wie gesagt, auffallend deutlich die anderen angegebenen Details, aber nichts von einer inneren Membran, der Intima. Bekanntlich haben die drei erwähnten Autoren die Schnittmethode nicht benutzt, und obgleich ich dadurch der Meinung solcher sorgfältiger Beobachter entgegentrete, so glaube ich doch, infolge der seither vervollkommneten Technik eine sicherere Angabe machen zu können. Gegen die Existenz einer Intima spricht auch der Umstand, daß hier und da kleine Tröpfchen dieser Mucus-Substanz, noch nicht vollständig aus den absondernden Zellen entleert, in das Darmlumen hineinragen. Das Fehlen der Intima im Mitteldarm wird bei der Mehrzahl der Crustaceen überall angenommen, d. h. dem Darmabschnitt entodermalen Ursprungs kommt keine chitinöse Auskleidung zu. Warum eine so allgemeine Regel nicht auch hier gelten sollte, sehe ich nicht ein, und wie durch eine derartige feste Membran hindurch

die Verdauungsvorgänge sich vollziehen könnten, ist auch schwer zu verstehen. Auf p. 27 seiner Schrift über Leptodora (54) beschreibt Weismann sehr genau die Chymusresorption durch die Intima hindurch, doch scheint er in diesem Punkt eine Schwierigkeit gefunden zu haben, da er sagt: „Auf welche Weise die Intima passiert wird, konnte ich nicht feststellen."

In histologischer Hinsicht habe ich keinen wesentlichen Unterschied in der Beschaffenheit des Mitteldarmepithels und des Epithels der Leberhörnchen konstatieren können.

Der Lokalisation der Funktionen des Mitteldarms wird neuerdings besonderes Interesse zugewendet, darum möchte ich etwas darüber angeben, obgleich ohne physiologische Methoden nur wenig festzustellen ist. Schon im Jahre 1893 hat Cuénot (19) bewiesen, was Saint-Hilaire (45) noch früher bereits vermutet hat, nämlich daß die Mitteldarm-Diverticula (sog. Leber) bei Astacus nicht nur zur Bereitung von Verdauungsfermenten dienen, sondern daß sie auch in der That resorbierende Organe sind [1]). Wir stehen also der Frage gegenüber: Haben die Leberhörnchen eine ausschließlich absondernde Funktion, oder findet vielleicht auch da eine Resorption der gelösten Verdauungsprodukte statt? Zunächst will ich eine Thatsache betonen, die, wie ich glaube, bis jetzt wenig beachtet worden ist. Von der ösophagealen Einstülpung bis zum Vereinigungspunkt mit dem Enddarm ist der Mitteldarm in normalem Zustande immer mit Nahrungspartikelchen gefüllt; diese kleinen Fetzen der Nahrung sind mit dem schleimigen Ausscheidungsprodukt untermischt und außerdem auch von einer ununterbrochenen Schicht dieses Schleimes umgeben (Fig. 6). In die Leberhörnchen jedoch treten feste Nahrungsteilchen nicht ein [2]). Damit ist allerdings nicht gesagt, daß nicht gelöste Produkte der Verdauung in die Leberhörnchen eindringen können und dort zur Resorption gelangen. Einige Experimente, die ich vermittelst Karminfütterung ausgeführt habe, können wohl nach dieser Richtung hindeuten. In sehr kurzer Zeit wird der ganze Mitteldarm mit den aufgenommenen roten Partikelchen gefüllt; die Leberhörnchen aber bleiben ungefüllt und unverändert. In einem Tier, das die ganze Nacht in der Karminflüssigkeit gelebt

1) Dasselbe berichtet neuerdings H. Jordan (Verh. d. Deutschen zool. Ges., 1902, p. 183—186).

2) Diese Thatsache fand ich nur bei Ramdohr (43) erwähnt (1805), einem der ältesten Autoren auf diesem Gebiete, dessen Kenntnis der Anatomie der Daphniden in vieler Hinsicht noch unvollkommen war.

hatte, war aber ein rötlicher Schimmer in den Leberhörnchen zu beobachten. Von festen Partikeln war auch jetzt darin keine Spur zu sehen, doch wäre es möglich, daß die rötliche Färbung durch Einströmen von gelöstem Karmin hervorgerufen war. Allerdings wäre es nicht undenkbar, daß gelöstes Karmin in die Leberhörnchen rein physikalisch hinein diffundieren könnte, trotzdem normalerweise immerwährend ein langsames Ausfließen von Sekret in den Mitteldarm stattfindet. Bei Fütterung mit Indigo zeigte sich dasselbe; die Leberhörnchen enthielten keine Körnchen, aber zeigten einen blaugrünen Schimmer. Beiläufig will ich bemerken, daß ich bei Fütterung mit blauem Lackmuspulver ausnahmsweise eine Strecke weit in die Leberhörnchen einige Körnchen desselben eintreten sah, welche durch die Bewegungen des Darmes hin und her geschoben wurden und bald darauf nicht mehr in den Leberhörnchen zu sehen waren.

Nach dem Gesagten kann ich die Frage, ob die Leberhörnchen bei der Resorption beteiligt sind, nicht als völlig entschieden betrachten; sicher ist es aber, daß die Leberhörnchen als Sekretionsorgane anzusehen sind, da die Zellen wie im Mitteldarm deutlich Tröpfchen absondern und da die Leberhörnchen mit einem hellen Sekret erfüllt erscheinen, welches sich direkt in die genannte Sekretschicht des Mitteldarms fortsetzt.

Wenn wir den Vergleich mit den Verhältnissen bei Astacus machen, so müssen wir die minimale Größe des Mitteldarms bei dem letzterwähnten in Betracht ziehen. Es läßt sich denken, daß die bedeutende resorbierende Funktion der Diverticula (d. h. der Leber) mit der Kürze des eigentlichen Mitteldarmes in Korrelation steht. Wenn dies der Fall ist, so könnten wir wohl annehmen, daß bei den Daphniden die Leberhörnchen keine Rolle bei der Resorption spielen, da sie relativ so klein sind und die Resorptionsoberfläche in dem eigentlichen Darm sehr groß ist, während bei Astacus das Umgekehrte zutrifft.

Am hinteren Ende des Mitteldarms kommt es zur Bildung einer ringförmigen Klappe, welche in Verbindung mit den Muskeln des Enddarms den Abschluß des Mitteldarmlumens bewirkt und den unwillkürlichen Austritt des Darminhaltes verhindert. Die Ringklappe besteht aus erhöhten Zellen des Mitteldarmepithels und bezeichnet das Ende dieses Epithels.

Durch Fütterung mit blauem Lackmuspulver habe ich festgestellt, daß eine alkalische Reaktion in dem ganzen Mitteldarm besteht. Dasselbe zeigte sich auch bei der Fütterung mit Karmin,

indem die austretenden Exkremente statt des hellen Karminrots ein schmutziges Blaurot zeigten, wie es auch an dem benutzten Karminpulver nach Zusatz von Ammoniak zu sehen war.

Der Enddarm. Der Enddarm (Afterdarm nach Claus) ist kurz, muskulös und in normalem Zustande leer. Die Aehnlichkeit mit dem Vorderdarm (Oesophagus) ist unverkennbar, insbesondere hinsichtlich der Muskulatur. Die Anzahl der Muskelringe ist aber eine geringere, und sie sind etwas schwächer entwickelt. Die Muskeln, welche als Dilatatoren dienen (Dilatatores recti nach Weismann), gleichen denjenigen des Oesophagus. Es sind aber nicht zwei Muskelreihen vorn und zwei hinten, wie beim Oesophagus, sondern es setzen sich an jeder Seite des lateral abgeflachten Enddarms mehrere Reihen an, welche andererseits an der Körperwand befestigt sind. Im Querschnitt sieht der Enddarm wie ein longitudinaler Schlitz aus. Eine starke chitinige Intima ist vorhanden, welche mit der äußeren Körperbedeckung zusammenhängt. Darunter liegt ein deutlich erkennbares Epithel, in welchem einzelne kleine helle Kerne mit Kernkörperchen zu sehen sind. Die Dilatatoren durchsetzen das Epithel und heften sich an die chitinige Intima an wie beim Oesophagus.

Verschiedene Autoren haben von einem Respirationsprozeß gesprochen, der sich vermittelst eines regelmäßigen Aus- und Einströmens von Wasser durch den Enddarm vollziehen soll. Zuerst hat Lereboullet (31) im Jahre 1850 sogar bei Daphnia eine „respiration anale" feststellen wollen. Leydig (33, p. 58), der sich allerdings sehr vorsichtig ausdrückt, scheint ebenfalls geneigt, diese Atmungsfunktion des Darmes anzunehmen, betont aber, und wie ich meine mit vollem Recht, die Respiration durch die Schalen, die Beine und die Haut. In seiner Abhandlung über Leptodora giebt Weismann (54, p. 375) an, daß diese Darmatmung „in der ganzen Länge des gesamten Nahrungskanals" stattfinde. Jedoch kann diese Funktion bei Leptodora mit dem Fehlen der Kiemen an den Beinen in Beziehung stehen und Weismann ist selbst der Ansicht, daß „die Darmatmung bei den übrigen Daphniden in geringerem Grade ausgebildet zu sein scheint als bei Leptodora". Da ich selbst nur Simocephalus gründlich untersucht habe, bin ich nicht im stande, ein Urteil über die ganze Gruppe mit Sicherheit auszusprechen, doch möchte ich glauben, daß bei Daphnia, Simocephalus und ähnlichen Formen eine normale Darmrespiration nicht vorkommt, was schon Claus (13, p. 382) sehr deutlich hervorgehoben hat.

Bei Simocephalus glaube ich behaupten zu können, daß ein rhythmisches Aus- und Einströmen von Wasser in normalem Zustande nie stattfindet. Einen derartigen Vorgang habe ich zwar beobachtet, doch immer nur in einem nicht mehr ganz normalen Zustande des Tieres und erst, wenn die Beine nicht mehr ihre charakteristischen Bewegungen zeigten. Es wäre vielleicht anzunehmen, daß diese Einrichtung unter solchen Bedingungen die gewöhnliche, auf dem Wasserstrom in der Schale beruhende Atmung ersetzt. Dies entspricht ziemlich genau der Ansicht von Claus, dem ich mich in diesem Punkte vollständig anschließe.

Muskulatur.

Wie bei anderen Arthropoden, ist an den Muskeln der kontraktile Teil und der protoplasmatische Zellkörper leicht zu unterscheiden; die kontraktile Substanz besteht aus Bündeln quergestreifter Fibrillen [1]). Interessant ist aber das Verhältnis dieser kontraktilen Substanz zu dem übrigen Zellkörper (Sarkoplasma). Bei den Muskeln des Embryo beobachtet man, wie in den Zellen die kontraktile Substanz auftritt und allmählich an Masse zunimmt; bei den ausgebildeten Muskeln wechselt die Größe des nicht differenzierten Zellkörpers und die Lage der Fibrillenbündel mannigfach. In einigen Muskeln kommt fast kein Sarkoplasma mehr vor [2]); in anderen dagegen bildet das Sarkoplasma die Hälfte des Ganzen oder noch mehr (Fig. 6). Sehr häufig finden wir, daß die kontraktile Substanz seitlich gelegen ist, an der Muskelscheide (Sarkolemma) dicht anliegend (Fig. 6). In anderen Fällen liegt sie in der Mitte (Fig. 24 *v. m*) oder ist unregelmäßig verteilt und bildet auf dem Querschnitt seltsame Gebilde und Figuren. Das Sarkoplasma ist von granulärer bis faseriger Beschaffenheit und enthält die Nuclei der Muskelfasern. In einigen Fällen ist vielleicht nur ein Kern vorhanden, aber bei den größeren Muskeln finden wir immer mehrere Kerne.

Leydig (p. 32) spricht in seinen Angaben über die Histologie

---

1) Wie schon früher gesagt, zeigen die Muskelringe des Mitteldarms keine Querstreifung.

2) In den Längsmuskeln des Oesophagus, in den Dilatatores oesophagi und in den Muskeln des Herzens ist keine deutliche Sarkoplasmaschicht zu sehen. Auch bei den Muskelringen des Mitteldarms ist die Sarkoplasmaschicht gering.

der Muskeln von dem Vorhandensein eines „Lückensystems“ — einer Serie von Lücken zwischen den kontraktilen Elementen oder Fibrillen. Ich kann nur denken, daß es sich hier um das zwischen den Fibrillen liegende Sarkoplasma handelt. Ebenso muß ich die granuläre Schicht, die sich beim Absterben von einem Muskelstrang abheben soll, für die äußere Sarkoplasmaschicht halten.

Die Anwesenheit von sehr viel undifferenziertem Sarkoplasma in den Muskeln der Crustaceen hat eine sehr interessante vergleichende Bedeutung. Wir erkennen sofort ein ähnliches Verhältnis, wie es unter den Vermalien bei den Nematoden und Acanthocephalen sich findet. — Bekanntlich sind auch die Muskeln der Insekten protoplasmareich, obgleich das Sarkoplasma meist als Zwischensubstanz hervortritt, d. h. sich zwischen den Fibrillenbündeln hindurchzieht.

Im allgemeinen kann die höhere Entwickelungsstufe darin gesehen werden, daß die kontraktile Substanz zunimmt und das Sarkoplasma relativ sich vermindert. In diesem Sinne stehen also die Muskeln der Insekten auf einer höheren Stufe als diejenigen der niederen Crustaceen. Bei den Wirbeltieren ist es bekannt, daß die Zelle allmählich immer mehr von den entstehenden Fibrillen erfüllt wird, so daß die junge Zelle die primitivere, die ausgebildete Zelle die höhere Stufe zeigt [1]).

Die Anordnung der Muskeln in dem Körper der Cladoceren ist von den früheren Autoren nur sehr mangelhaft beschrieben worden. Ich will hier die hauptsächlichsten Muskelgruppen aufführen, welche zum Teil nur auf den Schnittserien sich deutlich erkennen lassen. Die Muskelverteilung bei den Branchiopoden ist von Claus in seiner Branchipusarbeit (17) besprochen worden, in welcher er auch darauf aufmerksam macht (p. 28 Anmerkung), daß diese Verhältnisse bei den Daphniden bis dahin nur sehr unvollkommen bekannt waren. Er meint, daß im wesentlichen die Anordnung bei den Branchiopoden und den Cladoceren dieselbe ist, und muß ich daher öfters auf seine Darstellung Bezug nehmen.

---

1) Beiläufig mag erwähnt werden, daß selbst bei den Flossenmuskeln des Seepferdchens (Hippocampus) ein auffallend großer Teil des Sarkoplasmas erhalten bleibt und die Fibrillenbündel sich nur in Form von Bändern durch dasselbe hindurchziehen. (Rollet, „Ueber die Flossenmuskeln des Seepferdchens [Hippocampus antiquorum] und über Muskelstruktur im allgemeinen, Arch. f. mikr. Anat., Bd. 32, 1888.)

Was zuerst die Stammmuskulatur betrifft, so haben wir oberhalb des Darmkanals 2 dorsale (*d. m*) und weiter unten auf dem Niveau des Bauchmarks 2 ventrale (*v. m*) Längsmuskelbänder, die sich durch den ganzen Leib erstrecken (Fig. 1, 24). Weiter hinten, wo das Abdomen umgebogen ist, teilt sich der ventrale Muskelstrang und schickt nach unten große Muskeln, welche als die Hauptbeuger dieses Körperteils wirken (Fig. 1). — Die dorsalen Muskelstränge stehen durch kleine, vertikal verlaufende Bänder mit der Bauchrinne in Verbindung (Fig. 24). Die Zahl dieser Bänder ist eine geringe, da sie ziemlich entfernt voneinander liegen. Obgleich es nicht ganz leicht ist, die Beziehung zu den Beinmuskeln festzustellen, glaube ich doch mit einiger Sicherheit sagen zu können, daß zu jedem Segment ein Band gehört. In dem hinteren Körperteil, hinter dem 5. Beinpaar, liegen noch mehrere dieser Muskeln. Es wäre nicht undenkbar, daß dies auf eine frühere größere Segmentzahl hindeutet, in dem Sinne, daß die Stammesmuskeln geblieben sind trotz des Verschwindens der entsprechenden Beinpaare.

In dem vorderen Teil des Körpers nehmen die großen Muskeln der 2. Antenne sehr viel Platz ein, und insofern läßt sich dies nicht mit dem Zustand bei Branchipus vergleichen, als bei letzterem die 2. Antennen nicht als Schwimmorgane verwendet werden. Die Verhältnisse bei den Larvenstadien des Branchipus sind aber doch nicht unähnlich (vergl. Claus 17, Taf. VIII, Fig. 2), und bei dieser Form läßt sich die allmähliche Rückbildung dieser Muskeln, welche auf der Funktionsänderung der 2. Antennen beruht, in deutlicher Weise verfolgen. — Unter den Muskeln der 2. Antenne können wir zwischen den von oben herkommenden und den transversal liegenden Muskeln unterscheiden. Erstere sind nach oben hin verbreitert und an der dorsalen Wand des Kopfschildes befestigt; nach unten ziehen sie in die Ruderantennen hinein. Die Muskeln sind der Zahl nach 3, und der am weitesten hinten liegende ist der größte. Sie sind in den Fig. 1 und 22 zu sehen. Sie dürften als Heber der Antenne fungieren. Die querverlaufenden Muskeln sind unpaar und verbinden die rechtsseitige und die linksseitige Antenne. In der Mittellinie schwellen sie zu großen Muskelbäuchen an, und verlaufen nach den Seiten hin gleichfalls in die Antennen hinein; sie fungieren als Adductoren, wie schon Samassa für Sida angegeben hat (l. c. p. 109). Infolge etwas schrägen Verlaufes kreuzen sich medianwärts einige der Hauptmuskeln. Die großen Muskeln hinter dem Oesophagus

und unter dem vorderen Ende des Mitteldarms, welche in Fig. 6 quergetroffen sind, gehören hauptsächlich in diese Gruppe, nur diejenigen, die am weitesten hinten liegen, sind Muskeln der Mandibeln. — Die Muskeln, welche die Mandibeln bewegen, sind ebenfalls teils horizontal, teils vertikal gelegen. Als Mittelpunkt der horizontalen Muskeln der beiden Mandibeln dient ein großer medianer Sehnenstrang, der seitlich in 2 vertikal gestellte lamellöse Platten übergeht. Dieses sehr charakteristische Gebilde ist auch in ganz ähnlicher Weise bei Branchipus und Apus wahrzunehmen (vergl. das Bild von Claus 17 bei Branchipus, Taf. VIII, Fig, 4). Die seitlichen Platten wirken als Drehungsachsen für die 2 Mandibeln, d. h. von ihnen aus strahlen fächerförmig die Kaumuskeln in den ausgehöhlten Schaft der Mandibel. Durch das alternierende Zusammenziehen der vorderen und hinteren Teile dieser Kaumuskeln wird die eigentümlich rotierende Bewegung der Mandibeln bewirkt. An die große Sehne hinten sich anlegend, folgen die mächtigen quergelegenen Muskeln, die als Adductoren wirken. Es giebt in dieser Lage 2 auffallend große, welche übereinander liegen und sich an den Oberteil der Mandibel ansetzen. Mit dem horizontalen Muskelsystem der Mandibel tritt ein paariger zweiteiliger Muskel in Verbindung, welcher von der dorsalen Körperwand seitlich dicht vor dem Herzen vertikal herabläuft (Fig. 1).

Einige Schnitte hinter den horizontalen Mandibelmuskeln finden wir 2 Paar transversaler Muskeln, die zum Zusammenklappen der Schalen dienen. Seitlich sind sie verbreitert und an den Schalen befestigt, während sie medianwärts vermittelst sehniger Teile miteinander und mit der Bauchrinne sich verbinden. Das vordere Paar ist weniger stark, das hintere dagegen sehr mächtig und auffallend. — Von dem Levator der Oberlippe ist schon die Rede gewesen (p. 497); unten durch eine gemeinsame Sehne an die morphologisch dorsale (vordere) Wand der Oberlippe angeheftet (Fig. 6 *l. obl*), divergieren nach oben 2 Muskeln, welche, wie erwähnt, mit den Längsmuskeln des Oesophagus in Verbindung treten und sich endlich an die Schale ansetzen (Fig. 15). — Auch in der Oberlippe selbst sind Quermuskeln vorhanden, welche von der äußeren (vorderen) Fläche zur inneren Fläche gehen (Fig. 6). — Die Dilatatores oesophagi haben ebenfalls schon Besprechung gefunden (p. 498). Die schon genannte Lamelle, an welcher die posterioren Dilatatoren befestigt sind, wird wohl dieselbe sein, wie die, welche Claus (17) bei Branchipus in dieser Lage

fand und welche er in seiner Fig. 3, Taf. VIII, mit *ESk* bezeichnet.

Es sind schließlich die Muskeln der Maxillen und der 5 Beinpaare zu besprechen, und hier sind die Verhältnisse etwas kompliziert und nicht ganz leicht klarzulegen. Bei der Ansicht von der Seite, bei lebenden Tieren, sieht man je 2 Muskeln zu dem 3. und 4. Bein hinziehen, zu dem 1., 2. und 5. aber nur einen. Wie das Studium der Schnitte und der durchsichtigen Tiere, von oben gesehen, ergiebt, sind diese Muskeln in Wirklichkeit nur die Heber der Beine; durch andere Muskeln (meistens je 2), die sich in der Mittellinie an die Bauchrinne ansetzen, werden die Gliedmaßen nach der Bauchseite adduziert. Die ersterwähnten Muskeln, die bei ihrer Kontraktion den Stamm der Extremitäten dorsalwärts heben, sind natürlich mehr seitlich gelegen und auf höherem Niveau als die Bauchrinne, an der äußeren Körperwand befestigt. Der schräge Verlauf dieser Muskeln kommt in der Seitenansicht sehr gut zum Ausdruck; speciell die großen Muskeln der 3. und 4. Beinpaare haben ihre obere Ansatzstelle sehr weit vorn. Man sieht an Textfig. 6 die Muskeln des 4. Beinpaares, die schief nach vorn gehenden Heber und die 2 medianwärts gehenden Beuger. Mein Befund betreffs der Beinmuskulatur stimmt im wesentlichen auch mit den Angaben über Branchipus (Claus 17, p. 26) überein; hier haben wir gleicherweise eine „hoch am Rücken entspringende“ und eine „an der Bauchseite verlaufende“ Muskelgruppe. Einerseits haben wir bei Branchipus einen primitiveren und deshalb einfacheren Zustand, dagegen scheint bei Simocephalus eine Vereinfachung in der Zahl der Muskelbündel eingetreten zu sein. — Die Maxillen sind, was ihre Muskulatur betrifft, in ganz gleicher Weise wie die 5 Beinpaare ausgestattet.

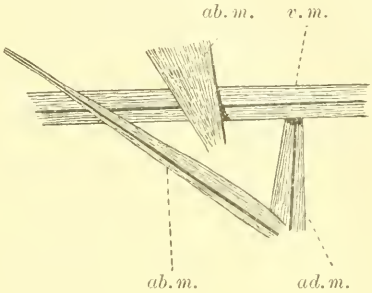


Fig. 6. Schema der Lage der Muskeln des 4. Beinpaares von Simocephalus sima. *ab. m.* Abductoren, *ad. m.* Adductoren, *v. m.* ventrale Längsmuskeln des Thorakalsegments.

Noch kurz zu besprechen ist die charakteristische Anheftungsweise der Muskeln an das Integument. Daß die Hauptmuskeln in manchen Fällen zum Zweck der Anheftung in starke Sehnen

übergehen, hat schon genügende Erwähnung gefunden. Noch eigentümlicher ist wohl der öfters zu beobachtende Fall, wo die Muskeln sich an flache chitinöse Lamellen anheften, während diese erst sekundär mit der Schale verbunden sind. Eine solche sehnige Platte ist in Fig. 24 zu sehen. Diese dient zum Ansetzen der beiden absteigenden dorsoventralen Segmentmuskeln und ist ihrerseits durch 2 Bänder mit der Bauchrinne verbunden. Diese Verhältnisse scheinen unter den Phyllopoden weit verbreitet zu sein, da sie sich in vollständig ähnlicher Weise bei Branchipus vorfinden (vergl. Claus 17, Taf. III, Fig. 7).

Eine eingehendere Darstellung der eigentlichen Myologie der Daphniden liegt mir nicht im Sinne. Wenn besonders darauf geachtet würde, so könnte man mittelst besonders ausgewählter schräger Schnittrichtung manche weitere Einzelheiten aufklären, da bei Quer- und Sagittalschnitten das Verfolgen des schrägen Verlaufes vieler Muskeln große Schwierigkeiten bietet. Eine solche Untersuchung würde aber nur exakte Details liefern, und schwerlich etwas Neues von vergleichend-anatomischem Wert ergeben.

Drüsenzellen etc.

Drüsenzellen und Bindegewebszellen. Der Körper der Cladoceren enthält einige große Drüsenzellen von charakteristischem Aussehen. Außerdem findet man sehr zahlreiche Zellen in dem Körper zerstreut, bei welchen man manchmal zweifelhaft sein kann, ob dieselben Drüsenzellen oder Bindegewebszellen (Fettzellen) sind. Ich will deshalb die Drüsenzellen und die Bindegewebszellen in diesem Abschnitt gemeinsam besprechen, obgleich sie nicht nur verschiedenartige Funktion haben, sondern auch wahrscheinlich von verschiedenen Keimblättern abstammen.

Ich spreche zuerst von denjenigen Zellen, welche unzweifelhaft Drüsenzellen sind. Es kommen bei Simocephalus in Betracht: 1) eine Anzahl von Zellen, zumeist großen, in der Oberlippe; 2) eine große, median gelegene Kopfdrüsenzelle.

Wir haben in der Oberlippe jederseits zwei zusammenhängende Zellengruppen, wie schon Claus angegeben hat [1]). Wir

1) „Die großen Zellen der Oberlippe, die bereits Leydig als allgemeinen Charakter der Cladoceren hervorhebt und in paariger Anordnung verteilt findet, betrachte ich als Lippendrüsen und finde, daß dieselben in eine tiefere, dicht unter dem Gehirn über dem Anfang des Oesophagus gelegene Gruppe und mehrere sehr große

unterscheiden eine proximale Gruppe, von mehreren kleinen Zellen gebildet, und eine distale Gruppe, aus großen Zellen bestehend, von denen die äußerste deutlich einen Ausführungsgang nach der inneren Seite der Oberlippe besitzt (Fig. 5). Diese großen Zellen scheinen meist jederseits in der Vierzahl vorhanden zu sein. Die Zellen folgen hintereinander, so daß der Querschnitt durch die Oberlippe meist jederseits nur eine Zelle trifft. In histologischer Hinsicht sind diese Drüsenzellen außerordentlich charakteristisch und lassen sich daher sofort immer wieder erkennen. Ein Hauptmerkmal ist natürlich der Nucleus, der sehr groß und von eigenartiger Gestalt ist. Seine Form muß etwa einer Halbkugel oder einer flachen Schale gleichen, da er in den Schnittserien bald als Kreis, bald als Halbkreis zu sehen ist (Fig. 5). In dem Kern bemerkt man zahlreiche, sehr dunkel gefärbte Körnchen, welche ich als Chromatin auffasse; an einer Stelle bilden dieselben einen dunklen Klumpen, welcher wahrscheinlich den Nucleolus umschließt. Der Zellkörper ist von granulärer Beschaffenheit, derjenige Teil aber, welcher von dem beckenförmigen Nucleus umfaßt ist, erscheint etwas dunkler, hat sehr feinkörnige Struktur und ist wahrscheinlich als Sitz der Sekretionsthätigkeit zu betrachten. Außerdem kann man in der Zelle noch das Sekret selbst wahrnehmen, das oft als eine blasse Masse ohne deutliche Kontur zu sehen ist. Das Sekret stellt eine runde Masse oder einen Streifen dar, welcher in dem Zellkörper in der Richtung nach dem Ausführungsgang verläuft (Fig. 5). Wir können annehmen, daß unter dem Einfluß des großen Kernes ein Sekret zuerst in Form kleiner, isolierter Tröpfchen abgesondert wird. Später fließt das Sekret zu größeren Tropfen, Stäbchen oder Streifen zusammen und gelangt so nach außen. — Von den Zellen der Oberlippe ist die unterste, wie gesagt, mit einem Ausführungsgang versehen, der an der Innenseite kurz vor der Kaufläche der Mandibel mündet. Da diese großen Zellen in so engem Zusammenhang stehen, so ist es wohl möglich, daß der eben erwähnte Gang als gemeinsamer Ausführungsgang für die Gruppe dient. Ueber

Zellen in dem der Mundöffnung vorausgehenden Teil der Oberlippe gesondert werden können. Die erstere entsendet einen langen, dünnen Ausführungsgang nach vorn, welcher an großen Exemplaren mehrfache Biegungen macht und jedenfalls das Sekret vor dem Munde ausfließen läßt" (Claus 13, p. 380). Meine Beschreibung ist von diesen Angaben insofern verschieden, als ich nur bei den großen Zellen einen Ausführungsgang finde.

die physiologische Bedeutung dieses Sekrets kann ich nichts Sicheres angeben, es läßt sich aber nach der Lage denken, daß es sich hier um eine Speicheldrüse handelt, da das Sekret gerade vor dem Munde ausfließt. Im transversalen Schnitt (Fig. 22) sieht man die kleineren proximalen Zellen eng an der chitinigen Cuticula anliegen, wodurch es zweifellos erscheint, daß diese einfach als modifizierte Epidermiszellen zu betrachten sind. Ferner ist zu vermuten, daß diese Zellen als Ersatzzellen angesehen werden können, d. h. sie werden die größeren Zellen ersetzen, wenn diese etwa nach längerer Sekretionsthätigkeit zu Grunde gehen.

In vergleichender Hinsicht will ich bemerken, daß solche Zellen in der Oberlippe bei vielen Crustaceen gefunden wurden, wie schon Leydig (33, p. 48) betont hat. Ich verweise besonders auf den Befund bei jungen Branchipus (Claus 11, 17); ferner bei dem Nauplius von Lepaden, wo nach Chun (9) auch eine obere und eine untere Zellengruppe vorhanden ist.

Im Kopf des Simocephalus, an der dorsalen Wand anliegend, fand ich eine große mediane Drüsenzelle, welche meines Wissens noch nicht beschrieben ist. Sie liegt dicht unter der Cuticula zwischen den Leberhörnchen und dem vorderen Ende des Mitteldarms (Fig. 6). Im histologischen Bau stimmt sie vollständig mit einer solchen Drüsenzelle überein, wie sie in der Oberlippe liegen. Man sieht an der Figur einen großen, beckenförmigen Kern und bemerkt im Zellkörper eine rundliche Drüsenmasse, bei welcher aber kein Ausführungsgang zu erkennen war.

Ich gehe nun zu denjenigen Zellen über, welche ich als Bindegewebszellen oder Fettzellen auffasse. Dieselben sind im Aussehen auf gefärbten Schnitten den Drüsenzellen sehr ähnlich, und war ich manchmal geneigt, sie für Drüsenzellen zu halten[1]). Da sie aber am lebenden Tier stark lichtbrechende Tröpfchen enthalten, welche offenbar aus Fett oder sonst einem Reservestoff bestehen, so schließe ich mich der Ansicht der Autoren an, welche diese Zellen als Fettzellen ansehen. Die Kerne dieser Zellen sind groß, von kugeliger Form und enthalten dunkle Körnchen, welche ich wie bei den Drüsenzellen als Chromatin auffasse; in jedem Kern liegt ein großer, dunkel gefärbter Nucleolus

1) Bekanntlich sind bei vielen anderen Crustaceen (Branchipus, Phronima etc.) Drüsenzellen in den Beinen gefunden worden, so daß das Vorhandensein von Drüsenzellen in den Beinen auch hier von vornherein einige Wahrscheinlichkeit hatte.

(Fig. 24 *b.gb.z*). Der Zellkörper färbt sich stark und zeigt auf den Schnitten runde Hohlräume von verschiedener Größe, welche den am lebenden Tier sichtbaren Fetttröpfchen entsprechen.

Die Lage und Verteilung der Fettzellen im Körper ist keineswegs regelmäßig, doch läßt sich darüber folgendes sagen. Besonders häufig kommen sie in der Basis der Beine vor (Fig. 24), ferner sind sie in Gruppen zusammenhängend im Körper zerstreut. Sie liegen meist ventral, obgleich zuweilen auch auf dem Niveau des Darmkanals oder noch höher oben. Sehr oft kommt es zur Bildung von Zellensträngen, wie Claus (17, p. 23) bei Branchipus betont hat; diese verlaufen in die Beine hinein oder ziehen sich hier und da seitlich neben dem Darm hoch hinauf. Zuweilen legen sich die Zellen direkt an die Cuticula an (Fig. 24), sonst sind sie vermittelst irregulärer Fortsätze miteinander und mit den benachbarten Organen oder mit der Haut verbunden. Selbst in der Basis der Kiemensäckchen treffen wir einige dieser Zellen, was schon Claus (13, p. 371) beschrieben hat, und was noch früher von Leydig gesehen und abgebildet worden ist (Taf. I, Fig. 12).

In seiner Arbeit über die Organisation und Entwickelung von Branchipus und Artemia (17, p. 23) hat Claus den mesodermalen Ursprung dieser Zellen feststellen können und hat dieselben schon in dem Naupliusstadium gefunden. Ueber die Funktion der Zellen sind wir immer noch sehr im Dunkeln. Alle Autoren betonen die überaus variierende Gestalt, welche hauptsächlich auf dem Ernährungszustande zu beruhen scheint. Aus eigener Erfahrung kann ich dem zustimmen; denn die Tiere, die ich im Laboratorium lange Zeit lebendig erhalten habe, zeigten lebend fast gar nichts von den Zellen, während diese bei neugefangenen Tieren durch die in ihnen enthaltenen Tropfen sehr auffallend waren. Wir können denken, daß die Fettsubstanz, aus diesen Zellen gelöst, zur Bildung des Dotters benutzt wird.

Der sog. Fettkörper kommt bei sehr vielen Crustaceen vor, obgleich der Ausbildungsgrad höchst variabel ist. Er läßt sich wahrscheinlich auch homologisieren mit den gleichartigen Gebilden, die bei den Spinnen und Insekten bekannt sind.

Das Haftorgan. Wie aus den Beobachtungen der früheren Autoren hervorgeht, ist das Haftorgan bei den Crustaceen weit verbreitet, aber in verschiedenartiger Ausbildung. Grobben (22, p. 56) fand dasselbe bei Estheria und Limnetis, außerdem aber auch bei Larven von Copepoden und sogar bei höheren

Crustaceen, z. B. Euphausia; er bezeichnet dasselbe als Nackenorgan. Leydig, Claus u. A. haben das Organ bei verschiedenen Cladoceren beschrieben. Wenn wir dieses Organ bei Simocephalus mit demjenigen bei Sida vergleichen, so können wir kaum bezweifeln, daß wir es mit einem modifizierten und stark reduzierten Gebilde zu thun haben. Diese Meinung hat auch Claus ausgesprochen, als er die komplizierten Verhältnisse bei Sida beschrieb, wo ein unpaares Organ und ein paariges zusammen existieren und eine deutliche Absonderung von Kittsubstanz an denselben stattfindet [1]).

Ueber das Organ bei Simocephalus schreibt Leydig: „Betrachtet man ein Tier, das die Seitenlage gewählt hat, fragliches Organ demnach in der Profilansicht uns zukehrt, so zeigt es sich als ein kleines, der Haut angeheftetes Beutelchen, aus Längszellen bestehend.“ Bei abgetöteten Tieren fand er bei der Ansicht von oben „3 in einer Querlinie liegende Höcker, wovon aber jeder wieder eine Vertiefung zu haben scheint, und alle 3 sind verbunden durch eine Leiste, die ebenso dunkel gerandet (oder chitinisiert) ist, wie die Höcker selber“. Claus (13, p. 385), welcher nur von der äußerlichen Erscheinung spricht, sagt: „Ich finde an dem querovalen, fast sattelförmig vorspringenden Chitinfelde 3 kleine Chitinringe der Quere nach durch eine Leiste verbunden, bald sind dieselben einfach, bald doppelt.“

An die Angaben beider Autoren kann ich mich bis zu einem gewissen Grade anschließen [2]). Der ziemlich breite, eben vor dem Herz gelegene Höcker hat im Inneren längliche Zellen, die in Sagittalschnitten am besten zu sehen sind (Fig. 6 und 6a) und

1) Es mag hier auch die bezügliche Stelle aus C. Claus, Grundzüge der Zoologie (4. Aufl., Marburg 1880, p. 530) angeführt werden. „Die Nackendrüse, deren Anlage zwar allgemein im Embryo nachweisbar ist, gelangt bei den Cladoceren nur in wenigen Fällen zur weiteren funktionsfähigen Ausbildung. Den mächtigsten Umfang erreicht dieselbe am Körper einzelner Polyphemiden (Evadne, Podon) und erscheint hier in Gestalt einer saugnapfähnlichen Scheibe; es ist ein flächenartig angeordneter Komplex von Drüsenzellen, deren klebriges Sekret zur zeitweiligen Fixierung des Körpers an festen Gegenständen benutzt wird.“

2) Auch Dohrn (20, p. 291) hat das Haftorgan von Simocephalus beschrieben und abgebildet; er bemerkte bei Embryonen, in der Ansicht von oben, daß das Haftorgan aus „zwei bohnenförmigen Zellenhaufen im Innern“ besteht. Seine übrigen Angaben kann ich nicht mit meinen Beobachtungen vereinigen.

welche ich als drüsig umgewandelte Epidermiszellen auffasse[1]). Rechts und links von der Medianlinie merkt man eine Einstülpung des Chitins, in welcher allem Anschein nach eine Kommunikation zwischen den genannten Zellen und der Oberfläche besteht (Fig. 6a). Der Sagittalschnitt Fig. 6a zeigt unter der Einstülpung 2 längliche Zellen, wahrscheinlich Drüsenzellen, mit ziemlich großen Kernen und hellem Inhalt; diese haben als Begleiter einige dunklere Zellen, die ebenfalls etwas länglich ausgezogen sind. Zwischen den beiden Einstülpungen, also median, ist eine Furche in dem Chitin, durch welche die bilaterale Symmetrie des Organs deutlich ausgesprochen ist (Fig. 2). In der sagittalen Schnittserie läßt sich das Organ durch etwa 8 Schnitte verfolgen. Im transversalen Schnitt ist der bilaterale Bau sehr auffallend (Fig. 2), das Organ ist aber nur in 3 oder 4 Schnitten zu sehen, da dasselbe in longitudinaler Richtung nicht so breit ist wie in transversaler Richtung. Von irgend einer abgesonderten Kittsubstanz habe ich nichts gesehen, und ich kann hinzufügen, daß ich die Tiere nie mittelst dieses Organs sich festheften sah[2]). — Bei diesem Bau des Organs ist es wohl begreiflich, daß die oben genannten Autoren von 3 in querer Richtung liegenden Höckern oder Chitinringen gesprochen haben, denn ich sehe auf den Querschnitten 2 seitliche Höcker, und die zwischenliegende Rinne kann wohl bei der Ansicht von oben als ein drittes Gebilde ähnlicher Art angesehen worden sein.

Bei dem Vergleich mit Sida bin ich der Ansicht, daß die beiden seitlichen Höcker des Simocephalus den beiden Hälften des unpaaren Organs von Sida entsprechen (vergl. Claus, 13, Taf. 26, Fig. 11).

Die Schalendrüse.

Von der Schalendrüse habe ich nur wenig zu sagen. Dieses Organ hat bei den Daphniden schon durch Claus (12) eine ziemlich ausführliche Darstellung erfahren, und ich habe nicht viel

1) Aehnlich ist das Bild, welches Grobben (22, Fig. 76) für Euphausia gegeben hat.

2) Ich habe an der Zeichnung zwei übereinander liegende Chitinschichten gezeichnet, von welchen nur die untere die trichterförmigen Einsenkungen zeigt. Ob die doppelte Chitinschicht auf eine Häutung hindeutet, vermag ich nicht sicher zu sagen.

hinzuzufügen. Die Verhältnisse bei Simocephalus bildet Claus in seiner Figur 5 ab. Die Schalendrüse besteht aus einer sog. Endblase, von welcher ein Kanal abgeht, der eine Schlinge nach vorn und oben und eine Schlinge nach hinten und unten bildet und schließlich unter der Endblase in den Innenraum der Schale ausmündet. Was nun die Histologie anbelangt, so giebt Claus an, daß die Epithelien in der Endblase und in dem davon ausgehenden Kanal verschieden seien. In der Endblase besteht das Epithel aus secernierenden Zellen, die etwas kugelig in das Lumen vorspringen. In dem gewundenen Kanal sind die Zellen flacher, doch findet auch hier eine Sekretion statt und teilweise, besonders in der Endschleife kurz vor dem Ausführungsgang, sind auch die Zellen wieder größer und etwas vorgewölbt. Auf Grund meiner Schnittserien kann ich die Angaben von Claus bestätigen. Die Natur des Epithels stimmt mit der Beschreibung von Claus überein. Freilich fand ich das Epithel der Endblase von dem Epithel des Kanals nicht so sehr verschieden, als ich erwartet hatte.

Nachtrag.

Während des Druckes bin ich auf eine erst kürzlich erschienene Mitteilung von W. K. Spencer über die Morphologie des Centralnervensystems der Phyllopoden aufmerksam geworden, die ich hier noch berücksichtigen möchte [1]).

Spencer hat vermittelst Schnittserien den vorderen Teil des Nervensystems bei Branchipus und Artemia sowie bei Larven von Estheria, Branchipus und Apus klarzustellen versucht. Ueber die viel bestrittene Frage der Verlagerung der 1. Antenne und ihres Ganglions nach vorn drückt er sich nicht bestimmt aus, erwähnt allerdings verschiedene Thatsachen, welche sich darauf beziehen. Er findet die unteren Schlundganglien stets durch zwei Querkommissuren miteinander verbunden. — Die Arbeit enthält auch eine Beschreibung des frontalen Sinnesorgans von Branchipus und Artemia.

1) W. K. Spencer, Zur Morphologie des Centralnervensystems der Phyllopoden, nebst Bemerkungen über deren Frontalorgane. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LXXI, 1902, p. 508.

Litteratur-Verzeichnis.

1) Baird, W., The Natural History of the British Entomostraca, London, Ray Society, 1850.
2) Bethe, A., Das Centralnervensystem von Carcinus maenas. Archiv f. mikr. Anat., Bd. XLIV, 1895; Bd. L, 1897; Bd. LI, 1898.
3) Biedermann, W., Ueber den Zustand des Kalkes im Crustaceenpanzer. Biolog. Centralblatt, Bd. XXI, 1901.
4) — Ueber die Bedeutung von Krystallisationsprozessen bei der Bildung der Skelete wirbelloser Tiere, namentlich der Molluskenschalen. Zeitschr. f. allg. Physiol., Bd. I, 1902, p. 154.
5) Bumpus, The median eye of adult Crustacea. Zool. Anz., Bd. XVII, Jahrg. 1894, p. 176.
6) Bütschli, O., Untersuchungen über Strukturen, Leipzig 1898.
7) Carlton, The brain and optic ganglion of Leptodora hyalina. Anat. Anz., Bd. XIII, 1897.
8) Carrière, J., Die Sehorgane der Tiere, München und Leipzig 1885.
9) Chun, C., Die Nauplien der Lepaden. Bibliotheca Zoologica, Bd. VII, 1896.
10) Claus, C., Ueber Evadne mediterranea etc. Würzburger naturwiss. Zeitschr., Bd. III, 1862.
11) — Zur Kenntnis des Baues und der Entwickelung von Branchipus stagnalis und Apus cancriformis. Abhandl. d. Königl. Gesellsch. d. Wissenschaft, Göttingen 1873.
12) — Die Schalendrüse der Daphnien. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXV, 1875, p. 165.
13) — Zur Kenntnis der Organisation und des feineren Baues der Daphniden und verwandter Cladoceren. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXVII, 1876.
14) — Zur Kenntnis des Baues und der Organisation der Polyphemiden. Denkschr. der K. K. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl., Bd. XXXVII, Wien 1877.
15) — Der Organismus der Phronimiden. Arb. Zool. Inst. Wien, Bd. II, 1879.
16) — Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Arb. Zool. Inst. Wien, Bd. VI, 1885, p. 8.
17) — Untersuchungen über die Organisation und Entwickelung von Branchipus und Artemia. Arb. Zool. Inst. Wien, Bd. VI, 1886.
18) — Das Medianauge der Crustaceen. Arb. Zool. Inst. Wien, Bd. IX, 1891.

19) Cuénot, Sur la physiologie de l'Ecrevisse. Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, T. CXVI, 1893, p. 1257.
20) Dohrn, A., Die Schalendrüse und die embryonale Entwickelung der Daphnien. Jenaische Zeitschr., Bd. V, 1870, p. 277.
21) Fischer, S., Ueber die in der Umgebung von St. Petersburg vorkommenden Crustaceen aus der Ordnung der Branchiopoden und Entomostraceen. Mémoires présentés à l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, T. VI, 1851, p. 159.
22) Grobben, K., Die Entwickelungsgeschichte der Moina rectirostris. Arb. Zool. Inst. Wien, Bd. II, 1879.
23) Grube, A. E., Bemerkungen über die Phyllopoden, nebst einer Uebersicht ihrer Gattungen und Arten. Arch. f. Naturgesch., Bd. XIX, 1853.
24) Gruithuisen, Fr. V. P., Ueber die Daphnia sima und ihren Blutkreislauf. Nova Acta Acad. Caes. Leop. Bonn, T. XIV, 1828, p. 397.
25) Jurine, L., Histoire des Monocles etc., Genève 1820.
26) Klunzinger, Beiträge zur Kenntnis der Limnadiden. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XIV, 1864, p. 139.
27) — Einiges zur Anatomie der Daphniden etc. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XIV, 1864, p. 165.
28) Krieger, Ueber das Centralnervensystem des Flußkrebses. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXIII, 1880, p. 527.
29) Lankester, E. Ray, On the Primitive Cell-layers of the Embryo as the Basis of Genealogical Classification of Animals, and on the Origin of Vascular and Lymph Systems. Ann. and Mag. Nat. Hist., Vol. XI, Fourth Series, 1873.
30) — Observations and Reflections on the Appendages and on the Nervous System of Apus cancriformis. Quart. Journ. Micr. Sci., Vol. XXI, 1881.
31) Lereboullet, Mémoire sur les Crustacés de la famille des Cloportides qui habitent les environs de Strasbourg. Mem. d. l. Soc. du Mus. d'hist. nat. de Strasbourg, T. IV, 1850.
32) Leydig, F., Ueber Artemia salina und Branchipus stagnalis. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. III, 1851, p. 280.
33) — Naturgeschichte der Daphniden, Tübingen 1860.
34) Liévin, Die Branchiopoden der Danziger Gegend. Neueste Schriften der Naturforsch. Gesellsch. in Danzig, Bd. IV, 2, 1848.
35) Liljeborg, W., Om de inom Skåne förekommande Crustaceer af ordningarne Cladocera Ostracoda och Copepoda, Lund 1853.
36) Lubbock, J., An Account of the two Methods of Reproduction in Daphnia, and of the Structure of the Ephippium. Phil. Trans., 1857, p. 79.
37) Mayer, Paul, Carcinologische Mitteilungen. Mitteil. aus der Zool. Stat. zu Neapel, Bd. II, 1881, p. 197.
38) Müller, G. W., Flora und Fauna des Golfes von Neapel: Ostracoden, 1894.
39) Müller, O. F., Zoologiae danicae Prodromus, seu animalium Daniae et Norvegiae indigenarum, Havniae 1776.

40) Müller, O. F., Entomostraca seu insecta testacea, Lipsiae et Havniae 1785.
41) Müller, P. E., Danmarks Cladocera, Kjöbenhavn 1867.
42) Pelseneer, P., Observations on the nervous system of Apus. Quart. Journ. Micr. Sci., Vol. XXV, 1885.
43) Ramdohr, K. A., Beiträge zur Naturgeschichte einiger deutschen Monoculusarten, Halle 1805.
44) Robinson, On the Nauplius eye persisting in some Decapods. Quart. Journ. Micr. Sci., 1892.
45) Saint-Hilaire, Sur la résorption chez l'écrevisse. Bull. Acad. R. Belgique, (Sér. 3) T. XXIV, 1892, p. 506.
46) Samassa, P., Untersuchungen über das Centralnervensystem der Cladoceren. Archiv f. mikr. Anat., Bd. XXXVIII, 1891, p. 100.
47) Sars, G. O., Norges Ferskvandkrebsdyr: I. Cladocera Ctenopoda, Christiania 1865.
48) Schäffer, J. C., Die grünen Armpolypen etc., Regensburg 1755.
49) Schödler, J. E., Ueber Acanthocercus rigidus etc. Arch. für Naturgesch., Bd. XII, 1846, p. 301.
50) — Carcinologische Beiträge: Die Branchiopoden der Umgegend von Berlin. Jahresbericht über die Louisenstädtische Realschule, 1858.
51) Spangenberg, Fr., Das Centralnervensystem von Daphnia magna und Moina rectirostris. Habilit.-Schr., München 1877.
52) — Bemerkungen zur Anatomie der Limnadia Hermanni. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXX, Suppl., 1878, p. 474.
53) Straus, H., Mémoire sur les Daphnia, de la classe des Crustacés. Mémoires du Muséum d'hist. nat., T. V, VI, VII, 1819—20.
54) Weismann, A., Ueber Bau und Lebenserscheinungen von Leptodora hyalina. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXIV, 1874.
55) — Beiträge zur Naturgeschichte der Daphniden. 7 Abhandlungen, Leipzig 1876—79. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXVII, XXVIII, XXX Suppl. u. XXXIII.
56) Yerkes, R. M., Reaction of Entomostraca to stimulation by light. Amer. Journ. Physiol., Vol. III, 1899, p. 157.
57) — Reaction of Entomostraca to stimulation by light: II. Reactions of Daphnia and Cypris. Amer. Journ. Physiol., Vol. IV, 1900, p. 405.
58) Zaddach, E. G., De apodis cancriformis Schaeff. anatome et historia evolutionis. Dissertatio inaug. etc., Bonnae 1841.
59) — Synopseos Crustaceorum Prussicorum Prodromus, Regiomonti 1844.
60) Zenker, W., Physiologische Bemerkungen über die Daphnoiden. Müller's Archiv, 1851, p. 112.

Erklärung der Abbildungen.

Buchstabenverzeichnis.

ab.m Abductor-Muskel.
ad.m Adductor-Muskel.
a.g Ausführungsgang.
ant.1 1. Antenne (Riechantenne).
ant.2 2. Antenne (Ruderantenne).
b.gb.z Bindegewebszellen.
b.g.k Bauchganglienkette.
b.r Bauchrinne.
br.r Brutraum.
c.n centraleNeuropilmasse.
d Darm.
d.oe Dilatatores oesophagi.
d.m dorsale Längsmuskeln.
drz Drüsenzelle.
dt Dotter.
d-v.m dorso-ventrales Muskelband.
e.d Enddarm.
einst Einstülpung des Oesophagus in den Darm.
f1—5 die 5 Beine.
fr.h Franzenhaare an der Schale.
furc Furca (Endhaken).
g Gehirn.
g.f1—5 Ganglien der 5 Beinpaare.
g.gz Große Ganglienzelle.
g.md Mandibelganglion.
g.mx Maxillenganglion.
g.n.obl Ganglion des Oberlippennerven.
g.o Ganglion opticum.
g.s-o subösophageales Ganglion.
h Herz
h.o Haftorgan.
k Kern.
k.drz Kopfdrüsenzelle.
l Leberhörnchen.
l.n laterale Neuropilmasse.
l.obl Levator der Oberlippe.
m.a Medianauge.
m.ant.2 Muskeln der 2. Antenne.
md Mandibel.
m.d Mitteldarm.
mx Maxille.
m.z.a Muskeln des zusammengesetzten Auges.
n.a Augennerven.
n.ant.1 Antennarius I.
n.ant.2' Antennarius II major.
n.ant.2'' Antennarius II minor.
n.f1—5 Nerven der 5 Beinpaare.
n.ma Nerv zum Medianauge.
n.md Mandibelnerv.
n.mx Maxillennerv.
n.mx' Nerv zur 2. Maxille.
n.o Nackenorgan.
n.obl Oberlippennerv.
n.teg Tegumentarius.
obl Oberlippe.
oe Oesophagus.
o.kk obere Kopfkante.
ov Ovarium.
p.g proximale Gruppe von Oberlippendrüsen.
prc.n präcentrale Neuropilmasse.
ptc.n postcentrale Neuropilmasse.
ptl.n postlaterale Neuropilmasse.
sc Schlundkommissur.
sch Schale.
sek Sekret.
s.f Seitenfalte.
v.m ventrale Längsmuskeln.
z.a zusammengesetztes Auge.

Tafel XXIV.

Sämtliche Figuren beziehen sich auf erwachsene Weibchen und einige Embryonen von Simocephalus sima O. F. Müll.

Fig. 1. Uebersichtsbild der Organisation eines Simocephalus-Weibchens, von der Seite gesehen. Das Centralnervensystem ist in seiner natürlichen Lage eingezeichnet. Vergr. 65.

Fig. 2. Das Haftorgan im Querschnitt. Die seitlich gelegenen Muskeln sind die Abductoren der 2. Antennen. Vergr. 400.

Fig. 3. Die linke Maxille. Vergr. 400.

Fig. 4. Ein Simocephalus in der charakteristischen Anheftungsstellung gezeichnet. Die Pfeile geben die Richtung der Wasserströmung in der Schale an.

Fig. 5. Sagittalschnitt durch die Oberlippengegend etwas seitlich von der Mittellinie, um die Oberlippendrüsen nebst dem Ausführungsgang derselben zu zeigen. Aus einigen aufeinander folgenden Schnitten kombiniert. Vergr. 200.

Fig. 6. Medianer Sagittalschnitt durch die Kopfgegend bis zum vorderen Ende des Brutraumes. Eine der Mandibeln ist ein wenig angeschnitten (*md*). Die median gelegene Kopfdrüsenzelle (*k. drz*) und das Haftorgan (*h. o*) kommen zur Ansicht. Vergr. 200.

Fig. 6a. Haftorgan in Sagittalschnitt, einige Schnitte weiter seitlich getroffen. Vergr. 200.

Fig. 7. Stück der Mitteldarmwand, sagittal getroffen, um die Muskelringe zu zeigen. Vergr. 400.

Fig. 8. Querschnitt durch die 7. Querkommissur der Bauchganglienkette. Man bemerkt die bogenförmige Krümmung, welche durch die Bauchrinne bedingt ist. Vergr. 400.

Tafel XXV.

Fig. 9. Schema des Centralnervensystems, von oben gesehen, durch Messungen aus einer transversalen Schnittserie rekonstruiert und durch Vergleich mit dem Plattenmodell kontroliert. Vergr. 200.

Fig. 10. Plattenmodell des Centralnervensystems: Seitenansicht. Die Querkommissuren sind punktiert angegeben, aber die feineren Kommissuren wurden im Plattenmodell nicht dargestellt. Vergr. 200.

Fig. 11. Plattenmodell des Centralnervensystems, von unten gesehen (vergl. Fig. 10). Verg. 200.

Fig. 12. Querschnitt durch den Kopf in der Gegend des Nackensinnesorgans. Die charakteristischen Sinneszellen, die etwas schräg getroffen sind, liegen gerade oberhalb der Leberhörnchen. Vergr. 340.

Fig. 12a. Seitlich gelegene Zelle desselben Sinnesorgans, annähernd sagittal getroffen. Vergr. 340.

Fig. 13. Querschnitt durch die subösophagealen Ganglien, die Ganglien der Oberlippennerven und den zugehörigen Mundnervenring etc. Die Muskeln sind die vorn und hinten gelegenen Dila-

tatores oesophagi (*d. oe*). Das Bild ist aus 4 aufeinander folgenden Schnitten zusammengesetzt. Vergr. 400.

Fig. 14. Schema des Gehirns in Seitenansicht. Die punktierte Linie bezeichnet die Kontur des Medianschnittes und die Punkte im Ganglion opticum die Faserverbindungen zwischen den beiden Hälften. Die Richtung, in welcher die photographierten Schnitte (Fig. 15—19) durch das Gehirn gehen, ist durch die horizontalen und vertikalen Striche angegeben. Vergr. 280.

Fig. 15 u. 16. Querschnitte durch das Gehirn und das Medianauge, aus einer Querschnittserie ausgewählt. Die Lage der Schnitte ist an Fig. 14 eingezeichnet. Fig. 16 liegt einige Schnitte hinter Fig. 15. Nach photographischen Aufnahmen. Vergr. 280.

Fig. 17, 18, 19. Horizontale Schnitte durch das Gehirn und das Ganglion opticum, aus einer Horizontalschnittserie ausgewählt. Die Lage der Schnitte ist an Fig. 14 eingezeichnet. Im obersten Schnitt (Fig. 17) ist der Oesophagus (*oe*) noch als geschlossenes Rohr getroffen, während bei den beiden anderen (Fig. 18, 19) die Mandibeln (*md*) angeschnitten sind. Nach photographischen Aufnahmen. Vergr. 280.

Tafel XXVI.

Fig. 20. Horizontalschnitt durch einen ziemlich weit entwickelten Embryo, das Bauchmark der Länge nach treffend. Die rechte Seite des Schnittes liegt etwas höher als die linke. Man erkennt auch, daß das zusammengesetzte Auge aus zwei Hälften besteht. Vergr. 400.

Fig. 21. Sagittalschnitt durch einen etwas jüngeren Embryo. Man beachte die relative Länge des Bauchmarks, die Größe der Oberlippe und die Beziehung zwischen Ganglion opticum und Gehirn. Nach einer photographischen Aufnahme. Vergr. 240.

Fig. 22, 23, 24. Querschnitte durch ein erwachsenes Weibchen, aus einer Querschnittserie ausgewählt. Vergr. 150.

Fig. 22. Querschnitt durch den Kopf an der Ansatzstelle der Ruderantennen. Zu bemerken sind die vorspringenden oberen Kopfkanten (*o. kk*). Vergr. 150.

Fig. 23. Querschnitt durch die Gegend des 3. Beinpaares. Das Herz ist oben quergetroffen und auf der rechten Seite zieht sich ein Nerv vom Bauchmark in das Bein hinein. Vergr. 150.

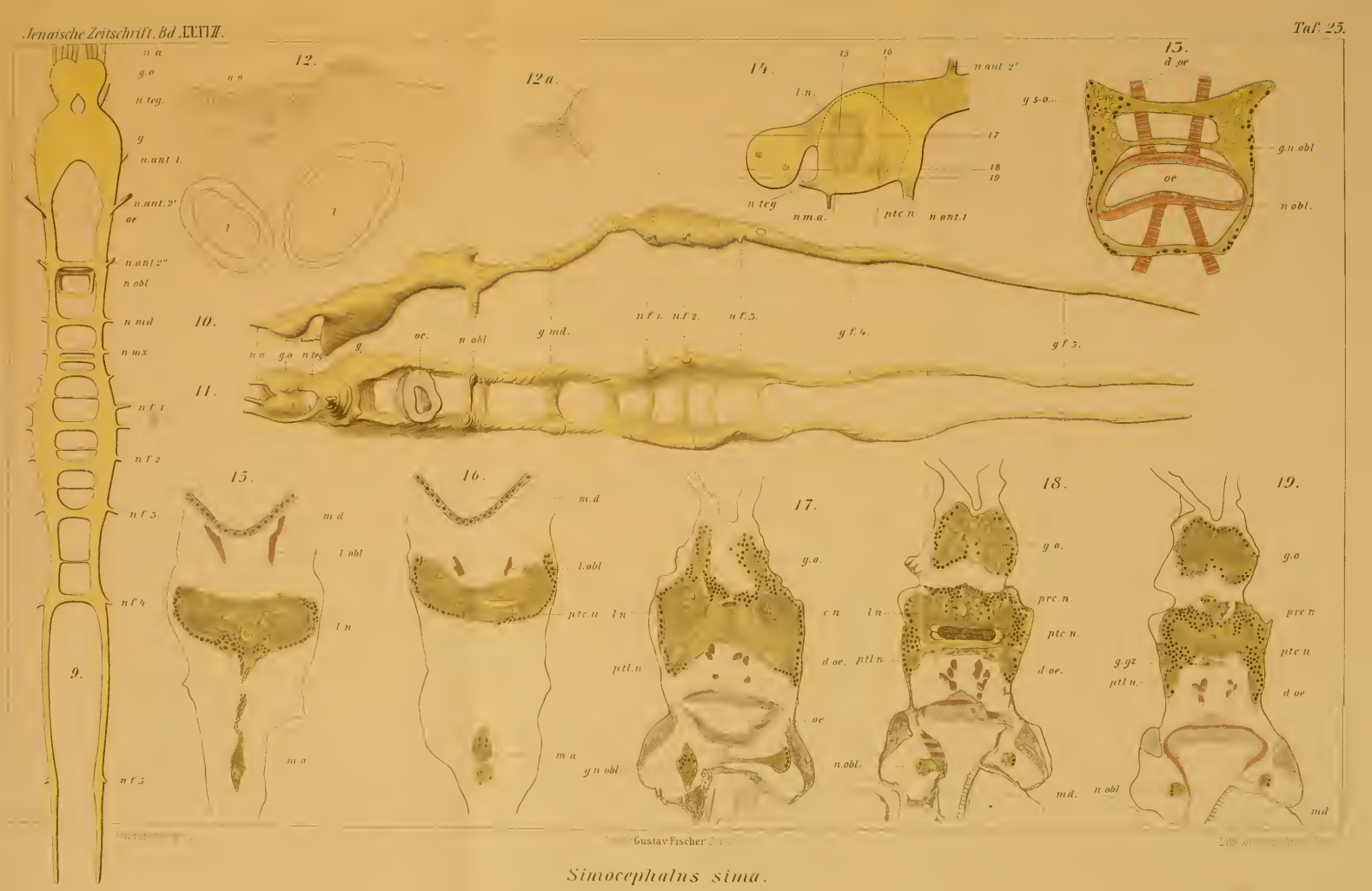
Fig. 24. Querschnitt durch die Gegend des 5. Beinpaares. Im Brutraum liegen 2 quergetroffene Embryonen. Zu beachten sind die Seitenfalten (*s. f*), die zum Verschluß des Brutraumes dienen. Vergr. 150.

Fig. 25. Querschnitt durch die Maxillen. Die Maxillenganglien und deren Kommissur sowie ein abgehender Nerv sind getroffen. Vergr. 200.

Verl. Gustav Fischer, Jena

Lith. Anst. v. Aug. Bode, Erfurt.

Simocephalus sima.



Gustav Fischer

Simocephalus sima.

Verlag v. Gustav Fischer, Jena

Lith. Anst. v. E. Frommann, Jena

Simocephalus sima.