

80 Zool. 349/153

DAS

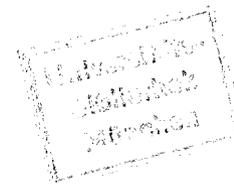
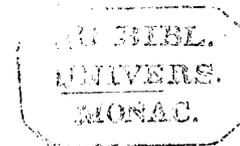
CENTRALNERVENSYSTEM.

VON

DAPHNIA MAGNA

UND

MOINA RECTIROSTRIS.



DAS
CENTRALNERVENSYSTEM

VON
DAPHNIA MAGNA
UND
MOINA RECTIROSTRIS.

EINE
DER KÖNIGL. PHILOSOPH. FACULTÄT
DER
LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT

PRO VENIA LEGENDI
VORGELEGTE ABHANDLUNG
VON
FRIEDRICH SPANGENBERG,
Dr. PHIL.

MÜNCHEN, 1877.
DRUCK VON R. OLDENBOURG.

Univ.-Bibl.
München.

AD BIBL.
UNIVERS.
MONAC.

Literatur.

Das obere Schlundganglion oder „Hirn“ mit seinen beiden den Munddarm umfassenden Schenkeln, sowie den augenfälligsten Hirnnerven hat, Dank seiner so überaus günstigen Lage in dem hellen Kopfabschnitt des Thieres, schon frühzeitig die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gezogen und ist daher bereits in den älteren Daphnidenwerken den allgemeinen Umrissen nach beschrieben und abgebildet worden. Das weitere Verhalten des Nervensystems entzog sich indessen lange Zeit allen Nachforschungen; so sicher auch triftige Gründe ein Bauchmark nach Art der Apusiden und Branchiopoden vermuthen liessen: nachzuweisen vermochte es Niemand. Selbst Leydig*) war trotz der festen Ueberzeugung von dem Vorhandensein eines phyllopodenähnlichen Bauchmarks nicht einmal im Stande, eine untere Schlundcommissur mit Sicherheit zu erkennen; und seine Kenntniss vom Nervensystem der Daphniden beschränkt sich daher gleich der seiner Vorgänger ausschliesslich auf das obere Schlundganglion und die Schlundcommissuren nebst den von beiden entspringenden, Kopf und Antennen versorgenden, Nerven. Ueber diese aber hat er auch manches Neue gebracht. In Bezug auf Form und Struktur des Gehirns selber ist Leydig zwar nicht erheblich weiter gekommen, als seine Vorgänger: er hat freilich in allen von ihm beobachteten Fällen die Zusammensetzung des Gehirns aus zwei, nach seiner Auffassung nur durch „eine seichte mittlere Vertiefung“ geschiedenen, Hälften nachgewiesen; auch eine Verschiedenheit im Bau der Kern- und Rindenschicht des Hirns wahrgenommen; aber zu einer genaueren Erkenntniss der äusseren Form

*) Leydig: Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen 1860 p. 33 etc.
Spangenberg, Centralnervensystem.

und des inneren Baues liess ihn die von ihm ausschliesslich befolgte Methode der Untersuchung am lebenden Thiere nicht kommen. Um so gründlicher hat er dagegen den Verlauf und den feineren Bau der Hirnnerven beschrieben und in seinen mustergültigen Abbildungen dargestellt. Hierin ist er bis auf den heutigen Tag noch unübertroffen, und werde ich daher im Verlaufe meiner Darstellung mehrfach auf seine diesbezüglichen Angaben zurückkommen.

Einen wichtigen Schritt zur Förderung unserer Kenntnisse vom Nervensystem der Daphniden thaten wenige Jahre nach dem Erscheinen der Leydig'schen Arbeit unabhängig von einander Claus und der ägyptische Arzt Klunzinger, indem beide die bisher ausschliesslich geübte Beobachtung des lebenden Thieres durch die Zergliederung zu ergänzen suchten. Auf diese Weise gelang es Claus*) bei *Evadne* ausser dem Hirn, den Hirnschenkeln und einem Unterschlundganglion noch einen Bauchstrang „nicht nur in situ nachzuweisen, sondern denselben auch zu isoliren und vier Anschwellungen mit austretenden Nerven an ihm zu unterscheiden“. Doch scheint diese Präparation nur eine ganz gelegentliche gewesen zu sein, da aus dem ganzen Zusammenhange der Stelle mit grosser Wahrscheinlichkeit hervorgeht, dass Claus sich diesen Bauchstrang als einen unpaaren medianen Strang nach Art des Copepodenbauchmarks vorstellte; eine Auffassung, welche er selbst in einer kürzlich erschienenen vorläufigen Mittheilung**) bereits faktisch berichtigt hat, indem er nunmehr auf Grund neuerer Untersuchungen bei *Evadne* sowohl, als bei *Bythotrephes*, *Polyphemus* und *Podon* ein strickleiterförmiges Bauchmark nachweist, welches ausser dem Unterschlundganglion noch vier weitere, durch Quercommissuren verbundene paarige Anschwellungen erkennen lässt. Immerhin war bereits durch diese erste, wenn auch noch ungenaue, Beobachtung die lange vermuthete typische Uebereinstimmung des Nervensystems der Daphniden mit dem der Phyllopoden und Copepoden erwiesen. Sie wurde bestätigt und weiter ausgeführt durch die bald darauf erscheinende, freilich ebenfalls ziemlich kurze und dürftige Mit-

*) Würzburger naturwissenschaftl. Zeitschrift III 1862 p. 245.

**) Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wissenschaften in Wien. 1876 No. XXII.

theilung Klunzingers*), dem es gelungen war, das Nervensystem einer grossen ägyptischen Daphnide zum grösseren Theile freizulegen. Auffallenderweise unterliess er es gänzlich, das so leicht herauszupräparirende Hirn einer erneuten eingehenden Prüfung zu unterwerfen und überging dasselbe „als längst bekannt“. Das Bauchmark dagegen beschreibt er folgendermassen**): „So findet man die Bauchkette verhältnissmässig leicht als ansehnlichen Doppelstrang über der dünnen Bauchhaut unter dem Darmkanal.“ „Jedem einzelnen Fuss entsprechend zeigen sich allerdings nur schwach angedeutete gangliöse Anschwellungen der beiden Seitenstränge; von den Ganglien gehen Fussnerven nach aussen ab, und die entsprechenden Ganglien beider Seiten sind, ganz wie bei den Limnadien, durch einen hinteren und vorderen Commissurstrang verkettet. Die vorderen Fussganglien liegen mehr hintereinander, schon weiter entfernt die des dritten und vierten Fusses. Weit zurückgestellt sind die Ganglien des fünften Fusspaares, zugleich viel kleiner und nahe nebeneinander liegend. Von hier an laufen die Seitenstränge ganglien- und nervenlos, fadenförmig fein werdend, der Bauchseite des Hinterleibes entlang. Sie scheinen endlich noch ein Schlussganglion zu bilden, wenigstens sah ich einen der Fädenstränge an einer unregelmässigen allerdings nicht deutlich als Ganglion erkennbaren Masse festhängen.“ Die beigegebene reichlich schematische Abbildung giebt leider ebensowenig wie der Text Auskunft über die Beziehungen des abgebildeten Abschnitts vom Bauchmark zum Gehirn. Wir bleiben daher im Zweifel, ob die Hirnschenkel ohne weitere Anschwellung direkt in das erste der abgebildeten Ganglienpaare übergehen, oder ob zwischen ihnen und dem letzteren noch ein bis mehrere Ganglien eingeschoben sind. Mithin fehlt uns jedes Kriterium zur Entscheidung der Frage, ob die von Klunzinger angenommene Beziehung der fünf Ganglienpaare zu den Körpersegmenten, nach welcher sie je einem der fünf beintragenden Segmente angehören würden, die richtige ist. Leider giebt uns auch die neueste Arbeit über diesen Gegenstand von

*) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie Bd. XIV 1864.

**) Op. cit. p. 171.

Claus*) keine genügende Anskunft hierüber. Ohne auf das Verhältniss der einzelnen Ganglienpaare zu den Körpersegmenten näher einzugehen, bestätigt Claus ganz im allgemeinen das Vorhandensein des von Klunzinger beschriebenen Bauchmarks und fügt nur hinzu, er habe „ausser den bereits durch Klunzinger bekannt gewordenen gangliösen Anschwellungen der Beinpaare“ „noch ein Ganglion erkannt, von welchem die Muskeln der Mandibeln und Maxillen innervirt“ würden. Auch „schiene“ ihm aus dem kleinen Ganglion des letzten Beinpaares „jederseits die langen Nerven der Tastborsten des Abdomens zu entspringen“.

Weit genauere Mittheilungen macht Claus dagegen in der nämlichen Arbeit über Form und Bau des Gehirns. An herauspräparirten Gehirnen von *Daphnia magna*, *similis* und *pulex* fand er statt der von Leydig beschriebenen seichten mittleren Vertiefung „einen ansehnlichen Zwischenabschnitt, welcher der Breite jedes Lappens etwa gleichkommt und keineswegs ausschliesslich die Bedeutung einer Querbrücke hat, sondern selbstständige Centren in sich einschliesst“. „Von diesem unpaaren Abschnitt“ fährt der Verfasser fort „entspringen auch die Nerven des unpaaren Auges und des frontalen Sinnesorganes, sowie die starken Nervenpaare, welche nach der Nackengegend ziehen und hier mit den grossen Ganglienzellen unter der Haut enden.“ Hinsichtlich des feineren Baues der Augenganglien, sowie des Gehirns, weist Claus sodann gegenüber der von Leydig angenommenen punktförmigen Kernsubstanz „ganz bestimmt geformte paarige und unpaare Ganglienkerne“ nach, welche, „von der (mit Osmium sich minder intensiv färbenden) Rindensubstanz umlagert, vornehmlich aus dicht gedrängten Ganglienzellen bestehen und durch Faserbrücken mit einander verbunden, Nervenfasern in die peripherische Rinde entsenden“. Dass er jedoch die centrale Punktsubstanz Leydig's mit Unrecht zurückweist, werden wir weiter unten sehen. Auch über den Bau des unpaaren Auges und die Endigung einzelner Sinnesnerven bringt Claus einiges Neue, worauf ich im Laufe meiner Darstellung noch näher eingehen werde.

*) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie Bd. XXVII.

Schon vor dem Erscheinen der letztgenannten Arbeit war übrigens auch für *Sida* und *Leptodora* ein in den Grundzügen mit dem der anderen Daphniden übereinstimmendes Nervensystem nachgewiesen worden. Für *Sida* geschah dies durch G. O. Sars*). Zwar ist seine hiehergehörige Notiz nicht sehr genau, und die beigefügte Zeichnung giebt nur eine flüchtige Skizze von einem nicht näher bezeichneten Abschnitt des Bauchmarks; doch ergibt sich aus beiden mit Sicherheit das Vorhandensein eines strickleiterförmigen Bauchmarks mit mehreren, den einzelnen Beinpaaren entsprechenden, durch Quercommissuren verbundenen Ganglienpaaren. Genauere Angaben besitzen wir dagegen über das Nervensystem von *Leptodora hyalina*. Nach A. Weissmann**) umgreifen die langen, anfangs zu einem unpaaren Nervenbunde mit einander verschmolzenen Hirncommissuren den Schlund und vereinigen sich hinter demselben, nachdem sie zuvor noch durch eine zarte Quercommissur mit einander in Verbindung getreten sind, in dem zweilappigen „unteren Schlundganglion“. Von diesem führt ein paariger Strang zum eigentlichen Bauchmark, welches jederseits sechs Nerven entsendet, die vornehmlich die sechs Beinpaare versorgen, aber auch an Haut und Muskeln des Leibes einige Zweige abgeben. An ganz jungen Thieren findet man das Bauchmark noch in seiner ursprünglichen Form: zusammengesetzt „aus sechs Ganglienknotten, welche durch tiefe ringförmige Einschnitte von einander getrennt werden, während zugleich eine tiefe mediane Längsfurche die Ganglien in zwei seitliche Hälften theilt“. Im Abdomen der *Leptodora* vermochte Weissmann keine Nerven aufzufinden, selbst die sonst doch so regelmässig vorhandenen Nerven der grossen Tastborsten entgingen seiner Aufmerksamkeit. Denn dass sie bei *Leptodora* wirklich fehlen sollten, ist kaum anzunehmen. Diese Lücken wird daher eine spätere Untersuchung noch auszufüllen haben.

Wie aus dieser kurzen historischen Uebersicht hervorgeht, ist

*) G. O. Sars: Norges Ferskvandskrebssdgr. Forste Afsnit: Branchiopoda. Christiania 1865.

**) Weissmann: Ueber Bau und Lebenserscheinungen von *Leptodora hyalina*. Leipzig 1874. u. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie Bd. XXIV.

durch die bisherigen Untersuchungen für die Familien der Sididen, Polyphemiden und Daphniden bereits ein, in seinen Grundzügen mit dem der echten Phyllopoden übereinstimmendes Centralnervensystem nachgewiesen worden, während für die Lynceiden ein solcher Nachweis noch nicht erbracht ist. Aber auch für die ersteren bleibt der Untersuchung noch ein weiter Spielraum. Denn wenn auch die Strickleiterform des Bauchmarks nunmehr unzweifelhaft nachgewiesen ist — und darauf beschränkt sich doch, für die Daphniden und Sididen wenigstens, bis jetzt unsere Kenntniss — so bleibt über die genauere Gestaltung derselben bei den einzelnen Formen über Zahl und Verbindung der Ganglien, sowie über die Vertheilung der von ihnen entspringenden Nerven noch gar manches Detail nachzuholen. Ich habe deshalb das Centralnervensystem der Daphniden zunächst an zwei Formen, der *Daphnia magna* und *Moina rectirostris* einer genaueren Untersuchung unterworfen und dabei, wie die im Folgenden mitgetheilten Ergebnisse zeigen werden, vor allem eine überraschende, bis ins Einzelste gehende Uebereinstimmung desselben mit dem Nervensystem der wahren Phyllopoden nachweisen können.

I.

Centralnervensystem der *Daphnia magna*.

Das Haupthinderniss aller bisherigen Bemühungen, die Anatomie des Daphniden-Nervensystemes völlig aufzuklären, lag in der Schwierigkeit, dasselbe der Beobachtung zugänglich zu machen. Die mikroskopische Untersuchung des lebenden Thieres reicht, bei den meisten Arten der Gattung *Daphnia* wenigstens, nicht aus. Man erkennt freilich an jungen durchsichtigen Thieren gleich nach vollzogener Häutung ausser dem Hirn und den Hirnschenkeln gar wohl noch das zweite Antennenganglion mit dem Ursprung der Unterschlundcommissur und der nahe daran liegenden Basis des paarigen Schlundnerven, sowie endlich am hinteren Ende des Abdomens die Ganglien für die grossen Tastborsten sammt den beiden breiten Nervenbändern, welche von vorne her an sie herantreten. Auch gelingt es bei jungen, auf den Rücken gelegten Thieren zuweilen die letzten

Ganglien der Bauchkette wahrzunehmen. Der ganze mittlere Abschnitt des Bauchmarks aber bleibt bei dieser Untersuchungsart stets unzugänglich. Hier muss daher die Zergliederung passend behandelter Individuen aushelfen. Handelt es sich nur um die Gewinnung eines zusammenhängenden Uebersichtspräparates, so bedient man sich zur Zergliederung am besten solcher Individuen, welche vorher einige Tage in schwachen Holzessig lagen. Diese Methode ist jedoch nicht sehr schonend und deshalb für ein genaueres Studium der Einzelheiten wenig geeignet. Für eingehende histologische Untersuchungen ist daher die schon von Claus angewandte Behandlung der Untersuchungsobjekte mit Osmiumsäure und Alkohol bei weitem vorzuziehen. Sie conservirt alle Theile aufs prächtigste, hat aber, ohne weiteres angewandt, den Nachtheil, die Gewebe allzubrüchig zu machen, so dass es nur äusserst schwer gelingt, grössere Parthien im Zusammenhange zu isoliren. Um diese Brüchigkeit zu vermeiden, lässt man der Behandlung mit Osmiumsäure am besten eine ein- bis zweitägige schwache Mazeration in einer Mischung von Alkohol, Wasser und Glycerin folgen. Dann gelingt es mit einiger Geduld meistens, das ganze Centralnervensystem in gutem Erhaltungszustand zu isoliren. Ich schneide zu diesem Zweck mit einer feineren Scheere zunächst die ganze Rückenhälfte des Thieres fort, nehme alsdann den Darm, nachdem ich ihn vom Schlunde abgetrennt, in seiner vollen Länge heraus, löse die fünf Beinpaare, sowie die grossen Antennen möglichst nahe an ihrer Wurzel ab und versuche nun unter Entfernung der noch zurückgebliebenen Weichtheile von vorne nach hinten das Nervensystem von der Bauchhaut abzuheben. Die grösste Vorsicht erfordert hiebei der Schlundring und der auf ihn folgende Abschnitt des Bauchmarks. Um den ersteren unverletzt zu erhalten, muss man die Oberlippe möglichst vollständig abtragen und dann den Schlund stückweise herauslösen.

Das Centralnervensystem der *Daphnia magna* leitet sich ab von dem der echten Phyllopoden. Wie dieses besteht es aus einem vor resp. über den Schlund gelagerten zweilappigen Gehirn und einer hinter dem Schlunde zwischen Darm und Bauchhaut sich hinziehenden strickleiterförmigen Bauchganglienreihe. Beide sind miteinander

verbunden durch zwei den Schlund seitlich umfassende Längscommissuren: die sogenannten Hirnschenkel und bilden somit den, überall in der Gruppe der Arthropoden wiederkehrenden Schlundring. Das Gehirn ist hier offenbar nichts anderes, als das mit der Ausbildung der Sinnesorgane weiter entwickelte Ganglienpaar des ersten Körpersegmentes. Das Bauchmark aber wird gebildet von acht Ganglienpaaren, welche je einem der acht hinter der Mundöffnung liegenden gliedmassentragenden Segmente entsprechen und sowohl unter einander, als auch mit dem vorhergehenden und nächstfolgenden Paare durch Commissuren verbunden sind. Die die beiden Ganglien eines jeden Paares verbindenden Quercommissuren sind im Ruderantennen- und Mandibelsegment einfach, in allen folgenden dagegen, wie bei *Apus* und *Branchipus*, doppelt. Diesen acht Ganglienpaaren folgt in etwas weiterem Abstand ein, freilich kaum noch als solches erkennbares, neuntes Paar. Abweichend von den vorhergehenden ist dieses durch keine Quercommissur mit einander verbunden und nur an einigen wenigen, in die Längscommissuren eingelagerten Ganglienzellen erkennbar.

A. Hirn und Hirnnerven.

Das Gehirn, denn so möchte ich, ohne damit eine bestimmte vergleichend-anatomische Auffassung dieses Organs zu vertreten, lediglich des bequemeren Gebrauchs wegen das „obere Schlundganglion“ nennen, besteht aus zwei mächtigen, von der Seite gesehen annähernd keulenförmigen Seitenlappen, welche ziemlich weit auseinander gertickt sind und nur vorne und unten durch einen breiten Zwischenabschnitt miteinander verbunden sind. In dem so entstehenden nach oben tiefen Halbkanal steigt nach oben und vorne der Schlund empor, rückwärts von der Quercommissur des ersten Bauchganglienpaares umgürtet. Sowohl die Seitenlappen, wie das Zwischenstück umschliessen selbstständige Centren und entsenden ihre eigenen Nerven. Von der oberen abgerundeten Kante jedes Seitenlappens entspringt der starke Augennerv, ihm gegenüber von der unteren Fläche des Lappens aber der schwächere Nerv zur ersten Antenne. Ausserdem entsendet jeder Seitenlappen noch einige feine Nervenfasern zu den Augenmuskeln; doch treten diese

nicht selbstständig ab, sondern verlaufen erst eine kurze Strecke weit mit dem Optikus in derselben Scheide. Von dem Zwischenabschnitt entspringen nahe aneinander gedrängt drei wichtige Sinnesnervenpaare: der Nerv des unpaaren Auges, der Frontalnerv und endlich das mächtige Nervenpaar, das nach oben aufsteigend in die eigenthümlichen kolbigen Hautsinneszellen ausläuft. Der Frontalnerv verläuft eine Strecke weit in den Bahnen des Larvenauges und ist deshalb auch immer als zu ihm gehörig beschrieben worden. Ausser diesen Nerven aber treten vom hinteren unteren Rande des Zwischenstücks noch zwei feine Fädchen ab, die wahrscheinlich an den Darm verlaufen.

Die Sehnerven sind, wie schon Claus hervorgehoben hat, durchaus fibrillärer Natur und nicht etwa, wie früher Leydig und Andere annahmen, einfache Gehirnfortsätze. Aber schon nach kurzem Verlauf treten sie in ein Ganglion — wir können auch sagen, in die erste Retinaschicht — ein. Die aus diesem Ganglion wieder austretenden Fibrillen bilden gleich darauf ein zweites Ganglion, welches äusserlich wenigstens mit dem der anderen Seite zu einer gemeinsamen länglichovalen Masse verschmilzt. Bei genauerem Zusehen erkennt man jedoch an der scharfen mittleren Trennungslinie, dass beide Ganglien in Wahrheit dennoch von einander gesondert bleiben. Beide Ganglienpaare bestehen aus einem Mantel von kleineren unipolaren Zellen, welche sich mit Osmium wenig färben, und einen sich stets dunkler färbenden Kern aus grösseren bi- und multipolaren Zellen, sowie einer eigenthümlichen punktförmigen Substanz, auf welche ich später noch näher eingehen werde. Aus dem zweiten der beschriebenen Ganglienpaare — also aus der dritten Retinaschicht — treten nun die Fibrillen nicht wieder in kompakter Masse aus, sondern aufgelöst in eine bestimmte Anzahl bandartiger und äusserst biegsamer Faserbündel. Bei *Daphnia magna* finde ich im ganzen zweiundzwanzig, also für jedes Ganglion 11, solcher Bündel, welche jedes von einer eigenen zarten Scheide, der Fortsetzung der Hülle des Optikus und der Augenganglien, umgeben ist. Diese den Daphniden eigenthümliche Einschaltung eines biegsamen Abschnittes zwischen die tieferen Schichten der Retina und die Zone der Sehstäbe ermöglicht allein die beständige zitternde

Bewegung des Daphnidenauges. Innerhalb seiner weiten faltigen Scheide enthält jedes Nervenbündel eine Anzahl feinsten hüllenloser Primitivfibrillen. Leider war es mir jedoch bisher nicht möglich, ihre Zahl mit voller Sicherheit zu bestimmen, da die Bündel zum Zerzupfen zu fein sind, im unverletzten Zustande aber wegen der faltigen Hülle und des vielfach geschlängelten Laufes der Fibrillen sich äusserst schwer untersuchen lassen. Doch habe ich einigemal mit ziemlicher Sicherheit an zufällig zerrissenen Bündeln fünf solcher Fibrillen zählen können, und diese Zahl ist auch, wie sich alsbald bei Betrachtung der Nervenstäbe und Krystallkegel ergeben wird, a priori die wahrscheinlichste. Die Zahl der Bündel selber beträgt bei *Daphnia magna*, wie gesagt, im ganzen 22, und da dies mit der Zahl der Krystallkegel übereinstimmt, so ergibt sich schon hieraus die Zugehörigkeit je eines solchen Bündels zu einem Kegel. Jedes Faserbündel geht an seinem äusseren Ende in einen Nervenstab über, und auf diesem sitzt jedesmal ein Krystallkegel auf. Beide aber sind sammt dem Ende des Nervenbündels umschlossen von einem aus fünf keulenförmigen Zellen gebildeten Pigmentbecher. Der schmale Stiel dieser Pigmentzellen liegt der Hülle des Faserbündels dicht an, während ihr entgegengesetztes, stark keulenförmig angeschwollenes Ende bis etwa zum zweiten Drittheil des Krystallkegels hinaufreicht, so dass dieser noch ein gutes Stück weit aus dem dunklen Becher hervorsieht. Entfernt man das Pigment mit Salpetersäure oder Kalilauge, so erkennt man in jeder Zelle einen grossen ovalen Kern. Hat man ein in Osmiumsäure und Alkohol gut verhärtetes Auge mit Salpetersäure langsam entfärbt, so gelingt es fast regelmässig, durch vorsichtiges Rollen unter dem Deckglas einzelne Krystallkegel im Zusammenhange mit dem Nervenstab und einem Stücke des zugehörigen Faserbündels zu isoliren und von den umhüllenden Pigmentbecherzellen ganz oder doch grösstentheils zu befreien. Dann erst erkennt man am unteren verjüngten Ende des Krystallkegels, diesen gleichwie der Kelch die halberschlossene Knospe umfassend, den bisher verborgenen Nervenstab. Als Mittelglied zwischen dem bandförmigen Faserbündel und dem kegelförmigen Krystallkörper ist der Nervenstab ziemlich stark seitlich comprimirt, und da er ferner von kurzem, gedrungenem Bau ist, so ähnelt er

in der That etwas dem seitlich zusammengedrückten Kelch einer Rose. Auch im übrigen verdient er sehr wenig den gebräuchlichen Namen des Nervenstabs, da er aus fünf wohlgeschiedenen, fleischigen Blumenblättern gleichenden, zellenartigen Gebilden zusammengesetzt ist, in denen ich einigemal einen kernähnlichen Körper erkennen konnte. Jede dieser Zellen geht an ihrem verjüngten, dem Augenganglion zugewandten Pol unmittelbar in eine der fünf Primitivfibrillen des zugehörigen Nervenbündels über und erweist sich damit unzweifelhaft als das nervöse Endorgan dieser Fibrille. Hienach wird man nicht fehlgehen, wenn man annimmt, dass jedes Einzelaug, d. h. jedes mit einem eigenen Krystallkegel und Nervenstab versehene und durch eine Pigmenthülle von seinen Nachbarn geschiedene Nervenbündel des Daphnidenauges fünf unterschiedene Lichteindrücke empfangen kann. Im ganzen würde demnach das Auge der *Daphnia magna* 110 lichtempfindliche Nervenendorgane besitzen. In der oberen, flach-schalenförmigen Vertiefung des beschriebenen Nervenstabes ruht nun, ohne unmittelbaren Zusammenhang mit ihm, der lichtbrechende Apparat in Gestalt des bekannten Krystallkegels. Man findet an zerzupften Augen zwar häufig Krystallkegel, deren unteres verjüngtes Ende rauh und zerschlissen aussieht und offenbar abgebrochen ist, so dass man sich geneigt fühlen könnte, der Leydig'schen Ansicht vom unmittelbaren Uebergang des Krystallkegels in die Substanz des Nervenstabes zuzustimmen, untersucht man aber ein vorsichtig isolirtes und mit Salpetersäure entfärbtes Einzelaug im oben erläuterten Sinn, so erkennt man mit voller Bestimmtheit eine scharfe Trennungslinie zwischen Krystallkegel und Nervenstab oder statt ihrer sogar einen deutlichen, wenn auch schmalen Zwischenraum. Es kann daher durchaus keinem Zweifel unterliegen, dass bei *Daphnia magna* der lichtbrechende und der percipirende Apparat deutlich von einander geschieden sind. Jeder von den 22 Krystallkegeln des Auges besteht gleich den Nervenstäben aus fünf wohl gesonderten Längsgliedern, deren je eins zu einem unterliegenden Abschnitt des Nervenstabes zu gehören scheint. Dass es in der That fünf, und nicht wie bisher alle Autoren, Claus eingeschlossen, angaben, nur vier Längsglieder sind, erkennt man am besten, wenn man gut erhärtete und isolirte

Kegel durch vorsichtiges Verschieben des Deckglases in eine aufrechte Stellung bringt, so dass man direkt auf das Centrum des durch die dunklen Trennungslinien hervorgebrachten Sternes sieht; übrigens gelingt es auch leicht, solche gut erhärtete Kegel durch etwas stärkeren Druck in die fünf Theilstücke zu zerlegen. Bringt man einen unverletzten Kegel unter das Mikroskop, dass seine Längsachse genau mit derjenigen des Rohres zusammenfällt, die verjüngte Spitze des Kegels aber dem Auge des Beschauers zugewandt ist, und hält nun eine Nadel oder einen anderen kleinen Gegenstand zwischen Spiegel und Diaphragma, so erhält man stets mehrere deutliche umgekehrte Bilder. Ich habe deren zwar immer nur zwei bis drei und nicht, wie ich erwartete, fünf gesehen; vermüthe aber, dass daran nur ein geringes Abweichen der Kegelachse von der des Mikroskoprohres Schuld war. Immerhin dürfte dies Objekt für eine Untersuchung des Sehaktes bei den niederen Krebsen recht günstig sein. Die Zusammensetzung des Krystallkegels aus fünf Längsgliedern scheint übrigens, trotz mancher älteren entgegenstehenden Angaben, in der ganzen Reihe der Phyllopoden constant zu sein. Für *Apus* und *Branchipus* hat dies vor einigen Jahren Grenacher*) nachgewiesen, und für *Artemia salina* kann ich selbst es bestätigen. Auch bei allen von mir darauf untersuchten Gattungen der Daphniden fand ich stets fünf solcher Theilstücke, und zu demselben Resultat kam Claus**) für *Evadne*, *Polyphemus*, *Bythotrephes* und *Podon*. Doch kehren wir zu unserer *Daphnia magna* zurück. Nervenstab und Krystallkegel werden von einer feinen, glashellen und eng anliegenden Hülle, der unmittelbaren Fortsetzung der Scheide des zugehörigen Nervenbündels, eingeschlossen. Indem diese Fülle im ganzen Umkreis fest mit der das Auge umkleidenden bindegewebigen Augenkapsel verwächst, bildet sie für jedes Einzelauge eine völlig geschlossene konische Kammer, welche nach aussen von dem beschriebenen, zwischen den Kammern liegenden Pigmentbecher umgeben wird.

*) Nachrichten d. k. Gesellschaft d. Wissenschaften zu Göttingen. 1874 No. 26 p. 653.

**) Siehe dessen vorläufige Mittheilung im Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss. zu Wien. 1876 No. XXII.

Ueber die Augenmuskelnerven habe ich wenig zu sagen. Sie entspringen, wie erwähnt, nicht direkt vom Gehirn, sondern verlaufen erst eine Strecke weit mit den Sehnerven in der gleichen Scheide. Es sind ihrer drei, doch entspringen zwei derselben meist mit einem gemeinsamen Stamm und trennen sich erst später. Jedes Primitivmuskelbündel erhält eine feinste Fibrille, welche mit einer plattenförmigen, feinkörnigen Verbreitung an demselben endet. Diese Nervenplatte liegt stets etwa in der Längenmitte des Muskels nahe am Kern.

Der zweite grössere Nerv, welcher in den Seitenlappen des Gehirns wurzelt, ist der zur ersten Antenne tretende Nerv. Er ist weder reiner Geruchs-, noch reiner Tastnerv, sondern vereinigt Fasern von beiderlei Art in sich. Die in ihm verlaufende Tastnervenfasern zweigt sich alsbald ab und endet unter dem geschwungenen kurzen Tasthaar mit einfacher gangliöser Anschwellung. Complicirter verhalten sich die Geruchsnerven. Leydig lässt sie unter den Riechhaaren mit zwei auf einander folgenden Ganglienschwellungen enden, Claus dagegen vermüthet, dass die zweite dieser als Ganglien aufgefassten Anschwellungen vielmehr der Matrix der Chitinhaut angehören möge. Der Grund, weshalb wir hier, wie bei den meisten Nervenendigungen unserer Krebse noch so sehr im Unklaren sind, liegt in der geringen Beachtung, welche man bisher den Vorrichtungen zur Erneuerung der Chitinhänge des Panzers zugewandt hat. In einer vor kurzem erschienenen vorläufigen Mittheilung habe ich bereits auf die anatomischen Vorgänge bei Neubildung der grösseren Haare und Borsten, sowie auf die Art ihrer Ausstülpung während der Häutung hingewiesen. Hier liegen nun die Verhältnisse ähnlich. Es ist bekannt, dass unter der Basis der zarthäutigen, an ihrer Spitze scheinbar geknöpften Geruchsfäden sich ein stark glänzender und deutlich doppelt contourirter kurzer Cylinder vorfindet. Bei unserer Art wie bei ihren nächsten Verwandten liegt derselbe unter der Oberfläche der Haut, doch giebt es auch Cladoceren, wie z. B. *Leptodora hyalina*, bei denen er über dieselbe hervorragte. Dieser scheinbar aus einem Stück bestehende Cylinder zeigt sich bei näherem Zusehen zusammengesetzt aus zwei kürzeren Cylindern: der zunächst unter dem Riechhaar gelegene,

etwas weitere ist eigentlich ein Doppelcylinder, dessen äusserer und innerer Cylindermantel mit ihren unteren Rändern ineinander übergehen. Der obere, der Antennenspitze zugekehrte Rand des äusseren Mantels geht in die Antennenhaut, der gleiche Rand des inneren aber unmittelbar in die zarte Wand des Geruchfadens über, dessen Fortsetzung nach innen er bildet. Der erwähnte untere Cylinder aber gehört nicht mehr dem alten Geruchshaar an, sondern ist die nach oben (richtiger aussen) gekehrte Basis des neugebildeten Geruchshaars. Unter jedem der Riechhaare nämlich — die übrigens hier wie bei allen Arten der Gattung *Daphnia* stets in der Neunzahl vorhanden sind — befindet sich ganz wie bei den übrigen Haaren und Borsten des Hautpanzers eine tobenförmige Haartasche, in welcher das neue Haar angelegt wird. Auch hier erhebt sich vom Grunde der Tasche eine Papille, welche jedoch nur bis zur Basis des alten Haares oder genauer gesagt bis an den unteren Rand seines Basalcylinders reicht. Die Papille bildet das Endstück, die Taschenscheide aber das Basalstück des neuen Riechhaares, der obere erweiterte Rand der Scheide endlich liefert den verdickten cylindrischen Abschnitt, welchen wir oben bereits als das untere der beiden, den anscheinend einfachen Cylinder zusammensetzenden, Stücke kennen lernten. Er ist noch nicht durch die Häutung und die dabei erfolgende Ausstülpung des jungen Haares in sich selbst zurückgestülpt und daher noch länger, als der des alten. Die Spitze des jungen — und somit natürlich auch des alten — Haares ist nicht geschlossen, sondern von einer scharf umrandeten kreisförmigen Oeffnung durchbrochen, durch welche fast regelmässig nach Anwendung von Reagentien einzelne Bläschen und Kügelchen in das offene Lumen des alten Haares eindringen, um hier dem Beobachter eine merkwürdig genommene Nervenmasse vorzutauschen. Dass ihnen dies in der That gelungen, beweisen die mancherlei Angaben über nervöse Endorgane in den in Wahrheit völlig hohlen Geruchscylindern. Die feinen Fädchen aber, welche Leydig nach Behandlung mit Chromsäure zuweilen an der Spitze der Riechhaare bemerkte, sind zum Theil gewiss zufällige Anhängsel, zum Theil aber kleine Lutikulafetzen gewesen, welche bei der Häutung sitzen blieben; solche Fetzen habe ich wenigstens nicht selten noch an

dem Rande der Oeffnungen anhängen sehen. In Bezug auf die nervösen Endorgane selber bin ich leider ebenfalls zu keinem befriedigenden Resultat gekommen, obwohl es nicht allzuschwer hält, durch Zerzupfen unter dem Simplex die einzelnen Theile zu isoliren. Man erkennt dann zwar leicht, wie sich der Hauptnerv durch mehrfache Theilungen in neun Zweige zerlegt, deren jeder wiederum aus zwei Fibrillen besteht; auch ist es nicht schwer zu sehen, dass jede dieser Fibrillen zu einem länglichen kernhaltigen Ganglion anschwillt; wie sich aber der aus dem entgegengesetzten Pol austretende Fortsatz zu der Haartasche verhält, ob er sich nur an sie anlegt oder in dieselbe eintritt, und in welcher Beziehung er endlich zu einem kolbigen, ziemlich stark glänzenden Organ steht, welches stets mit den beiden zu einem Riechfaden gehörigen Ganglienzellen vergesellschaftet ist, das habe ich bis jetzt nicht herausbringen können. Vielleicht kommt man an etwas grösseren Formen weiter.

Ich komme zu den Nerven des medianen Gehirnabschnitts.

Am meisten vernachlässigt wurde bisher die Anatomie des sogenannten unpaaren oder „Larvenauges“). Selbst Leydig ist sich über die Zusammensetzung desselben nicht ganz klar geworden, was um so mehr auffallen muss, als gerade hier die einfache mikroskopische Beobachtung des lebenden Thieres völlig ausreicht, um ein Bild von dem Baue des Organs zu geben. Erst Claus*) hat sich in seiner neuesten Arbeit etwas eingehender mit dem unpaaren Auge befasst. Ihm verdanken wir den Nachweis einer ziemlich weitgehenden Uebereinstimmung im Bau des Cladoceren- und Phyllopodenauges. Doch ist seine Beschreibung im einzelnen nicht ganz genau. Der an jedem lebenden Thiere alsbald in die Augen fallende schwarze Pigmentkörper des Larvenauges steht mit dem Gehirn durch drei Stiele in Verbindung, nämlich durch einen unteren, mediangelegenen und zwei etwas höher liegende seitliche. Der am leichtesten auffindbare mediane Stiel zieht von der unteren Fläche des Pigmentkörpers anfangs direkt nach unten auf die Basis der

*) Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie XXVII p. 372 u. ff.

Oberlippe zu, dann aber wendet er sich plötzlich mit einer scharfen Knickung nach oben und hinten, um so die Mittellinie des medianen Hirnabschnitts zu gewinnen. Die beiden anderen Augenstiele dagegen verlaufen von den Seiten des Pigmentkörpers aus, je einer rechts und links und daher in der Profillage des Thieres sich völlig deckend, in einem nach aussen convexen Bogen nach hinten, um sich, am Hirn angelangt, zu den Seiten des beschriebenen medianen Stiels in die Hirnsubstanz zu verlieren. Von der Seite gesehen, bilden diese Stiele ein Dreieck miteinander, dessen eine — und zwar die obere — Seite von den sich in dieser Lage deckenden seitlichen, die beiden anderen aber von dem wirklich gelegenen unteren Stiel gebildet werden. Die Spitze des Dreiecks sieht also nach unten. Alle drei Stiele entspringen fibrillär vom Gehirn und schwellen erst nahe dem Auge zu einem gangliösen Lappen an. Der mediane Stiel birgt in seiner zarten bindegewebigen Hülle vier feinste Nervenfibrillen, und das von ihm gebildete Ganglienkeissen besteht ebenfalls aus vier birnförmigen, mit ihrem angeschwollenen Ende dem Pigmentkörper anliegenden, Zellen, von denen je zwei rechts und links von der Medianlinie gelagert sind. Jede dieser Zellen lässt inmitten des feingranulären Inhalts einen grossen wasserhellen Kern von eiförmiger Gestalt erkennen. Die seitlichen Stiele bestehen aus mindestens zwei Nervenfibrillen mit den zugehörigen Ganglienzellen; genau konnte ich die Zahl bisher nicht bestimmen. Ausser diesen drei von den beschriebenen Augenstielen gebildeten gangliösen Lappen findet sich noch ein vierter vorderer Lappen, dessen verjüngte Spitze in den langen Frontalnerven überzugehen scheint. Auch dieser besteht aus zwei grossen, ovalen bis birnförmigen Ganglienzellen, welche rechts und links von der Mittellinie derart gelagert sind, dass sie von der Seite einander decken und man in der Profilsicht stets nur eine von ihnen wahrnimmt. Wie gesagt, scheint dieser Lappen direkt in den bekannten Frontalnerven überzugehen, und Leydig sowohl als Claus geben dies als Thatsache an. Nichtsdestoweniger aber ist es eine Täuschung: bei schärferem Zusehen sieht man nämlich jederseits eine feine Nervenfibrille vom Gehirn her genau zur vorderen Spitze des erwähnten Lappens verlaufen; hier legen sich beide nahe aneinander

und wenden sich nun, von einer gemeinsamen, mit dem Neurilema des Vorderlappens gleichfalls zusammenhängenden, Hülle umgeben zur Stirn. Aus dieser Darstellung ergibt sich, dass von eigentlichen Linsen, wie Leydig und Claus sie angeben, im unpaaren Auge der Daphnia magna nichts zu finden ist. Wie aber die einzelnen Theile dieses Organes wirken: ob wirklich alle diese Ganglienzellen — es sind jederseits fünf, wenn die seitlichen Stiele nur zwei solche enthalten — der Lichtperuption dienen, oder vielleicht einige von ihnen als brechende Medien funktionieren, das vermag ich nicht anzugeben.

Ueber den Frontalnerven brauche ich dem Gesagten nicht mehr viel hinzuzufügen. Derselbe entspringt wie erwähnt mit zwei von einander getrennten Fibrillen jederseits nahe der Mittellinie des medianen Gehirnabschnittes; beide vereinigen sich an der Spitze des vorderen Augenlappens und laufen von hier direkt auf die Stirn zu. Nahe vor derselben treten die Fibrillen wieder auseinander, und eine jede endigt mit einer birnförmigen Ganglienzelle unmittelbar unter der Haut. Eine Haar- oder Pupillenbildung, wie wir sie bei Apus und anderen Branchiopoden finden, fehlt hier völlig; trotzdem aber kann es keinem Zweifel unterliegen, dass wir in diesen beiden Terminalzellen ein Homologon des so häufigen Frontalorgans vor uns haben. Ich will noch erwähnen, dass der Frontalnerv bei Moina in seiner ganzen Ausdehnung selbstständig verläuft und nicht in die Bahnen des dort nun rudimentären Larvenauges hereingezogen ist.

Hinsichtlich des ebenfalls vom medianen Hirnabschnitt entspringenden, zum Nacken aufsteigenden Nerven bin ich nicht weiter gekommen, als meine Vorgänger und kann deshalb den letzten Angaben von Claus nichts von Bedeutung hinzufügen.

Zur feineren Gehirnanatomie dagegen möchte ich mir doch ein paar Bemerkungen erlauben, da ich hier in einigen Punkten von Claus abweiche, in anderen seine Angaben ergänzen kann. Das Gehirn unseres Thieres besteht aus zwei ihrem Aussehen nach wohlunterschiedenen Substanzen: aus einer hellen kleinzelligen Rindensubstanz und mehreren in bestimmter Weise darin eingebetteten dunkleren Kernen. Die Zellen der Rindensubstanz sind klein, von

kugliger bis birnförmiger Gestalt und stets so gelagert, dass ihr einziger Fortsatz gegen das Centrum hin gerichtet ist. Die Kerne aber bestehen zum Theil aus grossen, bi- oder multipolaren und dabei viel dunkleren Ganglienzellen, zum Theil aber aus einer eigenthümlichen stärker glänzenden Masse von äusserst feinkörnigem, fast homogenem Ansehen. Diese Masse ist sehr fest und lässt sich eher zerquetschen, als in einzelne Bruchtheile oder gar Körnchen auflösen. Es ist dies offenbar dieselbe Substanz, welche schon Leydig in Insektenhirnen fand und die neuerdings wieder mehrfach beschrieben wurde. Was nun die Vertheilung der Kerne anbelangt, so hat davon Claus ein ganz gutes Uebersichtsbild gegeben, dem ich kaum etwas hinzuzufügen habe. Nur muss ich erwähnen, dass der grosse bohnenförmige Kern im medianen Hirnabschnitt nicht, wie Claus im Text und in der Abbildung angiebt, aus grossen Zellen zusammengesetzt ist, sondern ausschliesslich aus der beschriebenen centralen Punktsubstanz besteht. Derselbe sieht zwar in gewisser Lage aus wie eine Reihe grosser runder Ballen, auch ist namentlich der vordere Rand ziemlich deutlich gelappt; beides rührt aber her von den von vorn her in den „Centralkörper“ — so möchte ich nämlich diesen Kern nennen — einstrahlenden Faserzügen. In der Profillage des Thieres scheint der Centralkörper als helles rundes Bläschen aus dem Hirn hervor, und dies verleitet Claus, in den Seitenlappen noch ein besonderes bläschenförmiges Organ anzunehmen^{*)}. Ueber die Bedeutung der einzelnen Centren weiss ich leider noch nichts Bestimmtes auszusagen, ebensowenig bin ich auch über den Verlauf der einzelnen Faserzüge ganz ins Reine gekommen, ich verspare mir daher die Mittheilung meiner diesbezüglichen Beobachtungen so lange, bis ich sie an Schnitten genauer habe prüfen, eventuell ergänzen und berichtigen können.

B. Bauchganglienkette.

Das Bauchmark besteht aus neun, durch Quer- und Längsfaserzüge mit einander verbundenen Ganglienpaaren. Das erste Paar gehört dem Segmente an, welches die grossen Ruderantennen trägt,

^{*)} Op. cit. p. 376 tab. XXVI fig. 8 K.

das zweite und dritte dem Mandibel resp. Maxillensegmente, das vierte bis achte den fünf beeinträgenden Körperringen und das schwach entwickelte neunte endlich dem ersten beinlosen Abdominalsegment.

Die aus dem hinteren Abschnitt der Seitenlappen des Gehirns austretenden Hirnschenkel schwellen nach kurzem Verlaufe wiederum zu einem den Seiten des Schlundes aufliegenden Ganglienpaar — dem ersten Bauchganglienpaar — an. Von dieser Anschwellung entspringen drei Nerven, nämlich die bekannten beiden grossen Stämme für die zweite Antenne und ausserdem noch ein weit kleinerer, der wahrscheinlich die Schlundmuskulatur versorgt. Verbunden sind die beiden Ganglien durch die schon von Claus nachgewiesene Unterschlundcommissur. Dieselbe tritt zwar nicht, wie Claus angiebt und in seiner Abbildung darstellt, direkt vom Ganglion, sondern erst eine Strecke weiter nach hinten zu von der Commissur ab; ihre Fasern entspringen aber zum grossen Theile unmittelbar aus dem Antennenganglion. Die grosse Bedeutung, welche der Ursprung der die zweite Antenne versorgenden Nerven von einem besonderen, vom Gehirn wohl geschiedenen und durch eine eigene Commissur verbundenen Ganglienpaar für die Gesamtaufassung des Centralnervensystems der Krebse hat, liegt auf der Hand und ist von Claus bereits eingehend gewürdigt worden. Der Verlauf dieser Nerven aber, in denen wir wahrscheinlich das Urbild aller Gliedmassennerven zu sehen haben, ist noch von Niemanden genauer verfolgt. Dies ist allerdings bei *Daphnia magna* äusserst schwer, und habe ich es auch nicht hier, sondern zuerst an *Sida* und *Moina* mit Erfolg versucht. Da aber die Beobachtung an einzelnen, besonders durchsichtigen Exemplaren von *Daphnia magna* die bei jenen erhaltenen Resultate, wenn auch immer nur bruchstückweise, bestätigte, so werde ich schon hier die im strengsten Sinne nur für *Sida*, *Moina* und auch *Daphnia longispina* geltende Beschreibung mittheilen.

Der vordere bedeutend stärkere Antennennerv ist gemischter Natur, gabelt sich jedoch unmittelbar nach seinem Ursprunge aus dem Ganglion in einen dorsalen motorischen und einen ventralen oder sensiblen Hauptast. Der dorsale Ast wendet sich

ein wenig nach vorn und zerfährt dann in zwei weitere Aeste, von denen der vordere den zweiten der drei grossen vom Scheitel entspringenden Muskeln versorgt, während der andere sich unter dem von der Gegenseite entspringenden zweibauchigen Beuger hindurch zu dem dritten der grossen Hüftmuskeln wendet. Der ventrale Ast dagegen ist ein spezifischer Tastnerv und versorgt die zahlreichen Tastorgane der zweiten Antenne. Legt man das Thier so auf die Seite, dass die oben liegende Antenne rechtwinklig vom Körper absteht und ihre Ventralseite dem Beschauer zuwendet, so kann man im günstigen Falle den grössten Theil seines Verlaufes übersehen. Er wendet sich zunächst ziemlich geraden Laufs nach aussen und zieht zwischen den beiden zweibauchigen Beugemuskeln der Spitze des Stammes zu. Noch ehe er in das Stammglied eintritt, sendet er jedoch einen Zweig in die Tiefe, der an der dorsalen Seite der Antenne angelangt, sich um den Vorderrand des zweiten vom Scheitel entspringenden Muskels nach hinten schlägt und an die Basis der beiden grossen Tastborsten des Grundgliedes tritt, um für jede derselben ein terminales Ganglion zu bilden. Der Hauptnerv aber zieht in gleicher Richtung bis etwa zur Längsmitte des Antennenstammes. Hier angekommen spaltet er sich in zwei ungleiche Zweige; der schwächere ventrale Zweig wendet sich direkt zum dreigliederigen Ast und zieht an dessen Streckseite zu dem an der Spitze des letzten Gliedes stehenden kleinen Tastdorn, nachdem er zuvor im zweiten Gliede noch ein spindelförmiges Ganglion gebildet hat. Der stärkere dorsale Ast aber entsendet nach kurzem Verlauf zwei Nervenstämmchen: eins zu dem innen an der Stammesspitze, genau in der Mitte zwischen den beiden Spaltästen befindlichen langen einmal gegliederten Tasthaar, das andere zu dem gerade gegenüber stehenden kurzen Dorn. Nach Abgabe dieser beiden Zweige tritt der Nerv verjüngt in den viergliederigen Ast, und an seiner Streckseite weiter ziehend versorgt er zunächst den Tastdorn des zweiten und dann den des Endgliedes.

Der schwächere der beiden Nervenstämme für die zweite Antenne ist ein Muskelnerv. Wie der erste gabelt er sich gleich nach seinem Ursprung in einen schwächeren dorsalen Ast, der nach vorne zieht, und einen weit stärkeren ventralen, der zunächst

an den hinteren Rand des zweiten der beiden zweibauchigen Beugemuskeln tritt und erst, nachdem er hier ein Ganglion gebildet hat, in verschiedene Zweige zerfährt. Um die weitere Verbreitung derselben eingehend zu schildern, müsste ich zuvor eine spezielle Myologie der zweiten Antenne geben. Da dies aber ohne Zuhilfenahme von Abbildungen kaum möglich ist, so muss ich mich hier auf das bereits Mitgetheilte beschränken.

Die aus der, von uns als zweites Antennenganglion aufgefassten, Anschwellung hervorgehenden bandförmigen Längscommissuren verbinden sich gleich hinter dem Munddarm vermittels der oben erwähnten Quercorcommissur, welche den Schlund von hinten umgreift und somit den im übrigen vom Hirn und den Hirnschenkeln gebildeten Schlundring schliesst. Ein Homologon dieser Quercorcommissur ist übrigens bei einer grossen Anzahl höherer Crustaceen bereits seit langem bekannt in Gestalt der so vielfach erwähnten zarten Brücke zwischen den beiden Schlundcommissuren. Doch wollte es nicht gelingen, eine ausreichende Erklärung dafür zu finden. Aeussert doch Leydig am Schluss seiner Betrachtungen*) über die Natur dieser Brücke sich einfach dahin: „Nach allem diesem will es mich eben bedünken, dass die besprochenen Quercorcommissuren wirklich eigenartiger Natur sind und nicht mit den anderen als gleichwerthig betrachtet werden können.“ Durch die nunmehr bei den Phyllopoden sowohl wie bei den Cladoceren, mit einem Worte also bei den am Ausgangspunkt des ganzen Krebsstammes stehenden Formen nachgewiesene Verbindung dieser Quercorcommissur mit dem hier noch vorhandenen oder doch wenigstens angedeuteten zweiten Antennenganglion ist ihre allgemeine morphologische Bedeutung als die einer allen folgenden völlig gleichwerthigen ersten Quercorcommissur des Bauchmarks zweifellos nachgewiesen. Folgerichtig sollte man daher auch bei Formen wie *Astacus*, *Homarus*, *Palaemon*, *Squilla* und anderen mit ihr den Schlundring abgeschlossen sein lassen, nicht aber erst das sogenannte Unterschlundganglion — mit welchem Worte überdies die morphologisch verschiedensten Dinge bezeichnet werden — als hintere Grenze desselben auffassen und von der er-

*) Leydig: Vom Bau des thierischen Körpers. p. 190.

wählten Brücke als einer „Quercommissur“ innerhalb des Schlundrings“ reden.

Kurz vor dem Abgang der unteren Schlundcommissur entspringen von den Längsstämmen des Bauchmarks, und zwar von einer besonderen gangliösen Anschwellung ihres unteren Randes, zwei starke Nerven, welche ich in Anbetracht ihres Ursprungs und ihrer Verbreitung den für manche Arthropoden beschriebenen „paarigen Schlundnerven“, sowie den „Mundmagennerven“ der Anneliden vergleichen möchte. Diese gangliöse Anschwellung sowie ein kurzes Stück des von ihr entspringenden Schlundnerven kann man bei günstiger Lage schon am lebenden Thiere durch die Haut hindurchschimmern sehen. Es ist dieselbe, welche Leydig und mit ihm mehrere Andere für das Unterschlundganglion hielten. Dass dies in Wirklichkeit nicht ist, geht aus obigen Bemerkungen hinreichend klar hervor; ihre wahre morphologische Bedeutung ist mir indessen nicht klar geworden. Für ein besonderes, den übrigen Bauchganglien gleichwerthiges Ganglion möchte ich sie nicht halten; ob sie aber ein durch das allmähliche Fortrücken der zweiten Antenne vom Munde verschobenes, ursprünglich dem zweiten Antennenganglion angehöriges Stück ist, oder sich aus der Bahn der Schlundnerven gegen seinen Ursprung hin gezogen hat, das wage ich ohne weiteres Material zur Vergleichung nicht zu entscheiden. Vielleicht giebt eine eingehendere Untersuchung des Schlundnervensystems der Phyllopoden hierüber befriedigenden Aufschluss. Kaum entsprungen verbinden sich die beiden Schlundnerven schon wieder vermittels einer oben über den Schlund hinwegziehenden Quercommissur, von welcher ebenso wie von dem Ursprungsganglion einige feine Nerven zur Schlundmuskulatur entspringen. Dann aber treten sie an den Seiten des Munddarms hin in die Basis der Oberlippe, um sich hier unter Bildung eines plattenartig ausgebreiteten Ganglions zu einem die Mundöffnung von unten umfassenden Halbringe zu vereinigen. Von diesem bandförmig-breiten Ringe entspringt nach vorne ausser einigen feineren Nerven zu den Schlunderweiterern ein starker glatter Stamm, der sich direkt zum Schlund begiebt und hier alsbald unter der Muskulatur der Vorderwand verschwindet, so dass ich über seinen weiteren Verlauf nichts aussagen kann. Nach

hinten aber entsendet der Nervenring eine Reihe von kleineren Stämmchen — unter anderem auch ein Stämmchen jederseits mit zwifacher Wurzel — welche allesammt nach kurzem Verlauf zu einer breiten (d. h. von rechts nach links gerechnet) gangliösen Platte miteinander verschmelzen, von der erst dann die einzelnen Fädchen zu den Drüsen und Muskeln der Lippe entspringen. Diese Platte liegt der unteren Wand der Mundhöhle ziemlich direkt auf, und man bringt sie sich daher am besten zur Anschauung, wenn man an einem gut erhärteten Thier mit scharfem Schnitt die ganze Oberlippe abträgt, hierauf mit einer Staarnadel die äussere gewölbte Wand fortnimmt und nun vorsichtig die Lippendrüsen herauslöst. Bei einiger Geschicklichkeit gelingt es bald den grössten Theil des Nervenringes mit den von ihm ausstrahlenden, die erwähnte gangliöse Platte bildenden Nerven freizulegen oder selbst ganz zu isoliren. Man sieht dann, ausser zahlreichen kleineren Nerven, nach vorne und hinten je zwei stärkere Stämme von der Platte entspringen, welche an der Innenseite der vier grossen Speicheldrüsen hinziehend dieselben mit feinsten, sich geflechtartig unter einander verbindenden Fasern versorgen.

Schliesslich muss ich noch eines starken Nervenstammes erwähnen, der genau von der Mitte des Halbringes entspringt, in der Mediane der Oberlippe, und zwar etwas näher ihrer oberen Fläche, nach hinten zieht und in dem beweglichen Endlappen angekommen dreimal hintereinander je ein Nervenpaar an die die Mundhöhle von unten schliessende Lippenwand sendet. Alle diese Nerven lösen sich in feinste Fibrillen auf, welche in das, wahrscheinlich eigenthümlich geartete Epithel der Wandung überzugehen scheinen. Das mittelste Paar aber tritt an eine ganz besonders ausgezeichnete Stelle, welche von einem dichten Filz langer Haare bekleidet ist. Wahrscheinlich haben wir hier ein spezifisches Geschmackorgan, in den unpaaren Nerven also den Geschmacksnerven vor uns. Das ganze hier beschriebene Schlundnervensystem der *Daphnia magna* zeigt die überraschendste Aehnlichkeit mit dem von Zaddach*) für *Apus* angegebenen. Wir werden daher wohl

*) Zaddach: De Apodis cancriformis anatome. Bonn 1841. p. 37 tab. III fig. 5.

nicht fehlgehen, wenn wir auf eine allgemeinere Verbreitung desselben bei den niederen, ja vielleicht auch bei den höheren Crustaceen schliessen. Für *Sida* und *Moina* bin ich bereits in der Lage, dasselbe zu bestätigen.

Nach Abgabe der Schlundnerven nähern sich die Längscommissuren einander allmählich, behalten dabei aber noch immer ihre ursprüngliche Lagerung bei, indem sie ihre Flächen nach aussen resp. innen, ihre scharfen Ränder aber nach oben und unten wenden. Unmittelbar über den Kaustücken der Oberkiefer schwellen sie zu einem beträchtlichen Ganglienpaar — dem zweiten oder Mandibelganglienpaar — an, welches durch eine einzige sehr breite Faserbrücke mit einander verbunden wird. Entsprechend der für die Nahrungszufuhr so wichtigen, tiefen Bauchrinne der Daphniden ist diese Commissur ebenso wie alle folgenden ziemlich stark nach oben gewölbt. In ihre untere Concavität eingebettet liegt da, wo die Quercommissur mit den Längscommissuren zusammenstösst, die Ganglienmasse von den Faserzügen der Commissuren nestartig umgeben. Von dem plattenartig ausgedehnten äusseren Rande dieses Ganglions entspringen drei Nerven. Der vordere zieht parallel den Längsstämmen des Bauchmarks zu den paarigen Schlundnerven zurück und entspricht daher möglicherweise der von Zaddach*) für *Apus* beschriebenen sekundären Verbindung der Schlund- und Oberkiefercommissur; der zweite ist ein Muskelnerv, der dritte und stärkste aber schwillt nach kurzem Verlauf zu einem Ganglion an, aus dem in sehr stumpfem Winkel zu einander zwei Stämmchen hervorgehen, die sich alsbald weiter verzweigen. Leider gelang es mir trotz aller Vorsicht nicht, auch nur einen einzigen dieser Zweige bis an sein Ende zu verfolgen und somit seine Bedeutung festzustellen. Seinem ganzen Habitus nach könnte aber dieser Nerv derselbe sein, den ich in der Schale von *Sida cristallina* fand, obwohl es einigermaßen auffallen muss, die Schale vom Oberkiefersegment aus innerviert zu sehen. Bei *Sida* erkennt man nämlich nahe dem hinteren Winkel der Schalendrüse ein ganz ähnliches dreieckiges Ganglion von ziemlich beträchtlichem Umfang, von

*) Op. cit. tab. III fig. V R.

welchem zwei gleich starke Aeste entspringen: der eine zieht ziemlich parallel der Längsachse des Thieres nach hinten, der andere aber schräg nach vorne und oben. Reide senden zahlreiche Nervenzweige nach allen Seiten hin ab, welche sich vielfach verzweigen und endlich mit feinsten Fibrillen an der Matrix der Schale enden. Ein dritter, und zwar der stärkste Stamm führt vom Ganglion aus gegen den Drüsenausführungsgang hin in die Tiefe, und dieses ist offenbar der eigentliche Stamm der Nerven. Bei allen übrigen Daphniden habe ich bisher vergeblich nach einem ähnlichen Nerven gesucht, was freilich bei der Undurchsichtigkeit ihrer Schalen kaum Wunder nehmen kann. Ist doch selbst bei der im übrigen so durchsichtigen *Moina* die Schale wenig geeignet für derartige Untersuchungen. Der einzige unter den vom Bauchmark der *Daphnia magna* entspringenden Nerven aber, welcher diesem Schalenerven der *Sididen* dem Habitus nach gleichkommt, ist der oben erwähnte letzte Ausläufer des Oberkieferganglions.

Auf das Mandibelganglion folgt, nur durch eine kurze Längscommissur jederseits von ihm getrennt, das kleinere Maxillenganglion, und an dieses schliesst sich fast unmittelbar das erste Pedalganglion an. Beide sind mit ihrem Gegenüber durch zwei fast gleich breite Quercommissuren verbunden; alle vier Commissuren aber liegen in gleichen Abständen hintereinander und sind meistens bis auf eine mittlere ovale Lücke mit einander verbunden, so dass sie im ganzen eher einer durchlöchernten Platte, als einer Anzahl von Quercommissuren gleichen. Dieser Eindruck wird noch erhöht dadurch, dass die beiden bandförmig-breiten Längsstämme mit ihrem Eintritt in das erste Unterkieferganglion aus ihrer bisherigen senkrechten Lage in eine fast wagerechte übergehen und somit ihre breiten Flächen hier nach oben resp. nach unten wenden. Bald nach ihrem Austritt aus dem ersten Pedalganglion nehmen die Längsstämme aber unter gleichzeitigem Auseinanderweichen wieder eine etwas andere Lage an, welche zwischen der senkrechten und der wagerechten etwa die Mitte hält. Diese Lage, bei welcher der innere Rand der Längsstämme etwas nach oben, der äussere aber nach unten gewandt ist, wird ebenso wie die schon erwähnte Wölbung der Quercommissuren bedingt durch die tiefe Bauchrinne,

deren seitlicher Wand die Commissuren ja unmittelbar aufliegen. Die plötzlich geänderte Orientirung und die mit ihr Hand in Hand gehende Knickung der Längsstämme ist hauptsächlich Schuld daran, dass bei nicht ganz vorsichtiger Präparation das Bauchmark stets in der Gegend der Unterkieferganglien zerreißt. So ist es offenbar Klunzinger ergangen; denn auf seiner Abbildung vermissen wir ausser dem Mandibel- und Maxillenganglion auch das erste Pedalganglion mit seinen Commissuren. Daraus folgt aber die Unrichtigkeit seiner Figurenerklärung, soweit sie die Beziehung der einzelnen Ganglienpaare auf die Beinpaare und deren Segmente betrifft. Die von Klunzinger als erstes Pedalganglion aufgeführte Anschwellung stellt sich in Wahrheit als das zweite, die zweite aber als drittes heraus und so fort. Doch kehren wir zum Unterkieferganglion zurück. Von demselben entspringen zwei Nerven: ein schwächerer vorderer und ein stärkerer etwas weiter nach hinten zu abgehender. Wie nach Leydig's Angaben über den Ursprung der Nerven aus den Ganglien anzunehmen war, entspringen dieselben nicht in derselben Ebene, vielmehr tritt der erstere etwas weiter oben, der letztere aber etwas näher der Ventralseite aus dem Ganglion hervor. Die Nerven für das erste Fusssegment dagegen entspringen nicht in derselben Höhe wie die zugehörigen Commissuren, sondern etwas weiter zurück nahe den Commissuren des zweiten Fussganglions.

Das erste Fussganglion ist nämlich mit den beiden folgenden zu einer länglichen Ganglienmasse verschmolzen, in der man nur bei genauerem Zusehen noch die Grenzen der einzelnen Centren erkennen kann, und diese gemeinsame Masse ist ausser den schon erwähnten, dem ersten Ganglion angehörigen, beiden Commissuren noch durch zwei weitere Paare mit der auf der anderen Seite liegenden verschmolzen. Letztere unterscheiden sich jedoch in sofern von denen des ersten Paares, als jedesmal der vordere der beiden sie zusammensetzenden Querstränge weit schmaler ist als der hintere und zugleich mehr ventral gelegen ist, als jener. Von dieser Ganglienmasse entspringen nun für jedes der drei ersten beintragenden Segmente drei Nerven; nämlich ein mächtiger und an seiner Wurzel durch zahlreiche eingelagerte Ganglienzellen

kegelförmig verdickter Stamm ziemlich genau vom Aussenrande des Ganglions und zwei schwächere Stämmchen von seiner Rückenfläche. Von diesen drei Nerven kommen jedoch eigentlich nur zwei direkt aus dem Ganglion, der dritte dagegen entspricht dem bei *Artemia* jedesmal zwischen zwei Ganglien aus den Längscommissuren austretenden Nerven. Den weiteren Verlauf desselben konnte ich leider ebensowenig wie den der beiden anderen Stämme verfolgen. Die aus dem letzten der drei mit einander verschmolzenen Fussganglien austretenden Längsstämme schwellen bereits nach kurzem Verlauf zu einem weiteren — dem vierten Fussganglion — an, von dem ebenfalls ein mächtiger Stamm an der Bauchseite und ein schwächerer an der Rückseite entspringen. Erst in beträchtlichem Abstand folgt auf dieses das fünfte Fussganglion, gleich dem vorigen durch eine ungleiche Doppelcommissur mit dem gegenüberliegenden verbunden. Während die ersten drei Pedalganglien der geringen Länge der vorderen Abdominalsegmente entsprechend ziemlich in gleicher Höhe mit den zugehörigen Beinpaaren liegen, rücken die beiden folgenden Ganglienpaare im Verhältniss zu den von ihnen zu versorgenden Gliedmassen jedesmal weiter nach vorne, und dadurch wird natürlich die Richtung der von ihnen entspringenden Nerven eine immer schrägere. Während nämlich die Nerven zum ersten und zweiten Beinpaar noch ziemlich senkrecht zur Längsachse des Thieres nach aussen treten, weichen schon die des dritten und noch mehr natürlich die des vierten Paares bedeutend nach hinten ab, und die des fünften Paares endlich treten unter einem sehr spitzen Winkel aus dem Ganglion hervor. Durch die im Verhältniss zum fünften Beinpaare so weit nach vorne gerückte Lage dieses letzten Ganglions wird es auch erklärlich, dass Klunzinger dasselbe auf das vierte Segment bezog und somit natürlich auch alle übrigen Ganglien falsch bestimmte. Denn dass es in Wahrheit nicht dem vierten, sondern dem fünften Leibessegment angehört, beweist zur Evidenz die Verbreitung der von ihm entspringenden Nerven, welche, wie ich mich an *Moina* zu wiederholten Malen überzeugte, sich sämmtlich im fünften Segment und seinen Anhängen verästeln. Wäre dagegen Klunzinger's Auffassung gerechtfertigt, so müsste das von mir dem ersten beintragenden Segment

zugewiesene Ganglienpaar auf ein zweites Maxillensegment bezogen werden, eine Annahme, der ich mich anfangs in der That zuneigte. Es kann ja kaum einem Zweifel unterworfen sein, dass für die dem Embryo zukommende zweite Maxille auch, wie bei den Phyllopoden, ein besonderes Ganglion angelegt wird und muss daher immerhin überraschen, dass bei dem erwachsenen Thier so gar keine Spur davon mehr aufzufinden ist. Wie dem aber auch sei, die Klunzinger'sche Auffassung widerspricht zu sehr den Thatfachen, um sich halten zu lassen, und muss es daher der Entwicklungsgeschichte vorbehalten bleiben, das scheinbar auffallende Fehlen eines zweiten Maxillenganglions zu erklären.

Nach ihrem Austritt aus dem fünften Ganglienpaar verjüngen die Längsstämme sich zusehends, schwellen nach Abgabe verschiedener kleiner Nervenfasern im sechsten Abdominalsegment noch einmal zu einem kleinen Ganglion — dem neunten Ganglion der ganzen Reihe — an und verlaufen dann direkt an die Basis der grossen gegliederten Tastborsten des Abdomens, wo sie zu einer Ganglienmasse mit einander verschmelzen. Klunzinger hat auch für das neunte Ganglienpaar eine Doppelcommissur beschrieben und gezeichnet. Ich muss gestehen, dass ich eine solche nicht finden konnte, obwohl ich aufmerksam danach suchte. Das neunte Ganglienpaar liegt allerdings sehr versteckt, und es ist daher nicht unmöglich, dass ich bei der Schwierigkeit es herauszupräpariren die Commissur jedesmal zerrissen habe; doch würden mir dann jedenfalls die abgerissenen Enden aufgefallen sein. Ob nun aber eine solche Commissur vorhanden ist oder nicht, jedenfalls haben wir in dem neunten Ganglienpaar ein Homologon des zwar noch nicht mit voller Sicherheit nachgewiesenen, aber unzweifelhaft vorhandenen sechsten Pedalganglions der Sididen zu sehen. Ist diese Auffassung richtig, so bildet das Vorhandensein dieses Ganglions ein neues Glied in der Kette von Schlussfolgerungen, welche alle uns darauf hinführen in den Sididen oder ihnen nahestehenden Formen den Ausgangspunkt der Cladoceren zu sehen.

Die aus dem neunten Ganglienpaar austretenden, zu den grossen Tastborsten verlaufenden, beiden starken Nervenstämme erscheinen

zwar hier wie bei allen übrigen Cladoceren als direkte Fortsetzung der Längscommissuren des Bauchmarks, sind aber nichtsdestoweniger meiner Ueberzeugung nach die Homologa der beiden merkwürdigen bis jetzt scheinbar einzig dastehenden Nerven, welche aus dem vierundzwanzigsten Bauchganglion von *Apus cancriformis* entspringen und zur Seite des Darmes ins letzte Segment ziehen, um hier die Tastaare (?) desselben zu versorgen*). Ich kann nicht unterlassen, bei dieser Gelegenheit darauf hinzuweisen, dass der eigenthümliche Ursprung der erwähnten Nerven recht wohl verständlich wird, wenn man annimmt, dass der Erwerb des ganzen auf den vierundzwanzigsten Leibesring folgenden Abdominalabschnitts erst eine spätere, der Urform der Phyllopoden nicht zukommende, Errungenschaft der Apodiden ist. Ist dies der Fall, so könnte durch die zwischen das vierundzwanzigste Segment und das Schwanzsegment späterhin neu eingeschobenen Ringe der einmal fixirte Ursprung des Tastnerven nicht mehr verschoben werden, und dieser selbst musste nothwendigerweise seine jetzige auf den ersten Blick sehr auffallende Lage annehmen. Die Längsstämme enden bei den Cladoceren, wie erwähnt, an der Basis der Tastborsten, indem sie sich in eine grosse Anzahl feinsten Fibrillen auflösen, welche eine jede zu einem Spindelganglion anschwellen.

Schliesslich muss ich noch eines Nervengeflechts erwähnen, welches ich mehrere Male unter dem letzten Drittheil des Darmes, genau an der Stelle seiner stärksten Krümmung, aufgefunden habe. Dasselbe ist offenbar sympathischer Natur und steht vielleicht mit den eigenthümlichen wahrscheinlich nervösen Bändern in Verbindung, welche in bestimmten Abständen von einander der Länge nach am Darm hinziehen und bisher als Muskeln beschrieben wurden. Diese Bänder liegen unmittelbar unter der lockeren Peritonealhülle des Darmes der Muskulosa auf und bestehen aus einer Anzahl feinsten Fibrillen, welche sich von dem Hauptzug unter spitzem Winkel abwenden und schliesslich an den Muskelreifen enden. Eine Verbindung der Längsbänder oder des erwähnten Nervengeflechts mit dem Bauchmark habe ich bis jetzt nicht nachweisen können, zweifle aber nicht an ihrem Vorhandensein.

*) Zaddach: Op. cit. p. 42 tab. III fig. I Y.

II.

Centralnervensystem von *Moina rectirostris*.

Die mir zur Untersuchung vorliegende *Moina rectirostris* ist zu klein, um sie mit Erfolg zergliedern zu können, um so passender aber für die Untersuchung am lebenden Thiere. Die jüngeren Individuen lassen sich mit Anwendung einiger kleinen Kunstgriffe unschwer so legen, dass man die ganze Bauchganglienkeette im Zusammenhange studiren kann. Es versteht sich von selbst, dass man zur Beobachtung nur frisch gehäutete und womöglich etwas ausgehungerte und daher fettfreie Individuen verwenden darf. Selbst dann aber bedarf man noch ein günstiges Licht und scharfe Aufmerksamkeit, um den vorderen Abschnitt des Bauchmarks sich zur Ansicht zu bringen, zumal es nicht immer gelingt die Beine gänzlich auf die Seite zu bringen. Zusatz von ein wenig Alkohol oder Essigsäure lässt das Bauchmark schärfer hervortreten; zu viel davon verdirbt rasch das ganze Bild.

Das Nervensystem von *Moina* gleicht mit wenig Abänderungen vollkommen dem oben beschriebenen von *Daphnia magna*. Ich will daher auf die Einzelheiten nicht näher eingehen, sondern nur einige Abweichungen hervorheben. Am Gehirn fehlt das unpaare Larvenauge, oder es findet sich doch nur in Gestalt eines kleinen, durch zwei kurze Stiele mit dem Hirn verbundenen, Bläschens. In Folge dessen entspringen auch die Frontalnerven, wie bereits erwähnt, selbstständig vom Hirn, ohne das unpaare Auge zu berühren. Ausser den Frontalnerven findet sich bei *Moina* noch ein zweites Nervenpaar, welches in einiger Entfernung von jenem ebenfalls zur Stirne zieht und hier mit je einem Ganglion endet.

Das Bauchmark wird wie bei *Daphnia magna* aus neun Ganglienpaaren gebildet, einem Antennen-, Mandibel- und Maxillenganglion, sowie fünf die Beinpaar versorgenden und einem letzten, im sechsten beinlosen Segment liegenden, Ganglienpaar. Auch hier vermochte ich für das neunte Paar keine Commissuren zu finden. Dagegen erlaubte die Durchsichtigkeit des Thieres die peripherischen Nerven

etwas weiter zu verfolgen. Vor allem fiel mir dabei ein Nerv auf, welcher von dem auf der unteren Seite des Bauchmarks entspringenden grösseren Stamm sich abzweigt, schräg nach hinten und aussen an den vordersten Hüftmuskel des betreffenden Beines verläuft und hier zu einem Ganglion anschwillt. Aus diesem Ganglion, welches möglicherweise dem in der Schale von *Sida* erkennbaren homolog ist, entspringen im stumpfen Winkel zwei Nerven; der eine verliert sich an der Haut der Bauchseite, den anderen konnte ich bei seitlicher Lage des Thieres bis weit hinauf an den Rücken verfolgen. Hier aber verlor ich ihn zuletzt zwischen Ovarium und Rückenhaut aus dem Auge. Mit Ausnahme des ersten konnte ich diesen Nerven an sämtlichen fünf beintragenden Segmenten beobachten; ich vermuthe daher, dass er auch im ersten nicht fehlen wird und sich hier nur schwerer auffinden lässt. Bei *Sida* finde ich übrigens diesen Nerven ebenfalls.

Das Schlundnervensystem habe ich nur zum Theil erkennen können. Doch bin ich wenigstens über die Querverbindung der beiden Schlundnerven, sowie über ihre Vereinigung zu einem die Mundöffnung umschliessenden Ringe zu voller Sicherheit gelangt. Damals kannte ich freilich auch bei *Daphnia magna* noch kein weiteres Detail, und habe daher wohl nicht genau genug untersucht. Später aber fehlte mir in Folge der kalten Herbstnächte das Material, so dass ich die beabsichtigte Nachuntersuchung unterlassen musste.

Allgemeine Bemerkungen über das Nervensystem der Daphniden.

Vergegenwärtigen wir uns nun zum Schluss das oben beschriebene Nervensystem der *Daphnia magna* und *Moina* einmal in seiner Totalität, so fällt uns gegenüber dem so hoch differenzirten Körperbau dieser Thiere die verhältnissmässig niedere Entwicklungsstufe auf, welche sich in dem Gesammthabitus ihres Bauchmarkes ausprägt. Während die einzelnen Körpersegmente, der vornehmlich durch das Hinzutreten der Schale bedingten Entwicklungsrichtung folgend,

äusserlich zum grossen Theile mit einander verschmolzen sind, hat das Nervensystem seine — ich möchte sagen embryonale — Gliederung fast völlig bewahrt. Jedem idealen Segment entspricht wie beim Embryo ein aus zwei weit auseinanderliegenden und mit Ausnahme der beiden ersten Paare durch eine ausgesprochene Doppelcommissur verbundenen Ganglien bestehendes Ganglienpaar. Nur in der beginnenden Verschmelzung der drei ersten Pedalganglien jederseits spricht sich die Tendenz zur Concentration aus. Aber auch diese Verschmelzung ist eine rein äusserliche, indem die einzelnen Ganglien zwar nahe aneinander gerückt sind, aber sich nicht nur scharf von einander trennen lassen, sondern auch ihre eigenen Quercommissuren völlig unverändert bewahren. In dieser einfachen embryonalen Gestaltung schliesst sich das Nervensystem der beschriebenen Formen unmittelbar an das der eigentlichen Phyllopoden an, welches, so weit wir wissen, den niedersten Zustand des Nervensystems unter den Crustaceen repräsentirt. Als Zwischenformen wären etwa Sida und die Estheriden zu betrachten. Das Nervensystem der von Klunzinger beschriebenen ägyptischen Estherie gleicht fast völlig den unserer Thiere; nur dass dort auch die Mandibalganglien gleich den folgenden durch eine Doppelcommissur verbunden sind, und sämtliche Pedalganglien noch besser von einander gesondert erscheinen, als bei Moina und Daphnia. Aber auch bis in das Detail spricht sich diese Aehnlichkeit mit dem Nervensystem der Phyllopoden aus: ich erinnere nur an den in allen Einzelheiten übereinstimmenden Bau des paarigen und unpaarigen Auges sowie der Frontalnerven, an den, beiden gemeinsamen, Ursprung der Ruderantennennerven von einem besonderen ersten Bauchganglienpaar, sowie endlich an das, bis jetzt zwar nur an Apus und Daphnia nachgewiesene, aber offenbar allen Phyllopoden und Cladoceren gleicherweise zukommende, paarige Schlundnervensystem. Die Abweichungen des Daphnidennervensystems von dem der Phyllopoden bestehen nur in einer, der geringeren Gliedmassenzahl entsprechenden, Verringerung der Ganglienzahl, sowie in dem mit der höheren Concentrirung des Körpers Hand in Hand gehenden Beginn der Verschmelzung einzelner Ganglien. Am geringsten werden diese Abweichungen sich, soweit ich nach Sars' Angaben und meinen

eigenen Beobachtungen darüber zu urtheilen vermag, bei den, den Urdaphniden offenbar am nächsten stehenden Sididen herausstellen. An diese schliessen sich einerseits die Daphniden an, bei welchen zwar das sechste Pedalganglion noch vorhanden ist, seine Doppelcommissur aber bereits verloren hat, und andererseits die Leptodorinen, welche freilich mit den sechs Beinpaaren auch die sechs Pedalganglienpaare behalten haben, aber statt des bei jenen getrennten Mandibel- und Maxillenganglions nur ein einziges offenbar aus beiden zusammengeschnitzenes „Unterschlundganglion“ besitzen. Auch sind hier die Bauchganglienpaare nicht mehr, wie bei den Sididen durch Längscommissuren und Quercommissuren von einander getrennt, sondern sowohl in der Längs- wie Querrichtung bis zur Verschmelzung mehr aneinander gerückt. Der hierin, sowie in dem Verschmelzen der Mandibel- und Maxillenganglien sich zeigende Beginn einer Concentration des Bauchmarks spricht offenbar gegen die Weissmann'sche Auffassung der Leptodorinen als Urdaphniden oder doch diesen nahestehender Formen, begünstigt aber ihre Ableitung direkt von den Sididen. An die Leptodorinen oder auch unmittelbar an die Sididen schliessen sich die Polyphemiden. Auch bei diesen finden wir nach der neuesten Mittheilung von Claus nur ein einziges gemeinsames „Unterschlundganglion“; statt der sechs bei den Leptodorinen noch erhaltenen Ganglienpaare finden wir hier jedoch entsprechend den vier Beinpaaren nur noch vier derselben. Doch sind dieselben noch nicht so nahe zusammengedrückt wie bei Leptodora. Ueber den Ursprung der Ruderantennennerven und eine etwaige Schlundcommissur erfahren wir aus der kurzen Anzeige von Claus leider ebenso wenig, wie über das Vorhandensein des Schlundnervensystems; doch dürfen wir beide auch hier wohl vermuthen. Das Nervensystem der Lynceiden ist wie gesagt bisher noch niemals untersucht worden; nach dem übrigen Bau dieser Gruppe zu schliessen, wird sich dasselbe wahrscheinlich dem der Daphniden anschliessen.

Ergebnisse.

Zum Schluss erlaube ich mir die Hauptresultate meiner Untersuchung noch einmal kurz zusammenzufassen:

- 1) Das Nervensystem der Daphniden schliesst sich in seinem ganzen Bau aufs engste an das der Phyllopoden an.
- 2) Dasselbe besteht, das Oberschlundganglion eingeschlossen, aus zehn Ganglienpaaren, von denen die neun vorderen den neun ersten gliedmassentragenden Körpersegmenten entsprechen, während das zehnte, ursprünglich zur Versorgung des, bei den Sididen und Leptodorinen noch jetzt erhaltenen, sechsten Beinpaars dienend, nach dem Ausfall desselben bei den Daphniden einer allmählichen Rückbildung entgegenzugehen scheint.
- 3) Das offenbar aus einem einzigen Ganglienpaar hervorgegangene Gehirn besteht aus einer hellen, kleinzelligen Rindenschicht und einer Anzahl grosser, in diese Rindensubstanz eingebetteter Ganglienkerne, in denen man ausser grossen bi- und multipolaren Ganglienzellen noch eine eigenthümliche feinkörnige Centralsubstanz findet.
- 4) An den deutlich fibrillär entspringenden Sehnerven schliesst sich eine aus fünf wohlgesonderten Schichten bestehende Retina. Von diesen Schichten sind drei — und zwar die erste, dritte und fünfte — zellig, die beiden anderen aber fibrillär. Auf die letzte, aus den sogenannten Sehstäben bestehende, Schicht folgt scharf gegen sie abgesetzt die Zone der Krystallkegel. Die zweiundzwanzig Krystallkegel sowohl wie die Sehstäbe und die an diese herantretenden, die vierte Retinaschicht bildenden, Nervenbündel bestehen aus je fünf Längselementen, so dass die Zahl sämtlicher percipirenden (sowie auch der lichtbrechenden) Elemente sich auf 110 beläuft. In den drei ersten Retinaschichten lässt sich eine solche engere Vereinigung von je fünf Elementen noch nicht wahrnehmen.
- 5) Die sogenannten Geruchsfäden der ersten Antenne sind stets in der Neunzahl vorhanden und so angeordnet, dass acht derselben den centralen neunten im Kreise umstellen. Unter den an ihrer Spitze offenen und im Inneren völlig hohlen Geruchscylindern liegt in einer, den gewöhnlichen Haartaschen völlig gleichenden

Tasche der neugebildete Geruchsfaden. An die Taschen aber treten die ebenfalls in der Zahl neun vorhandenen Geruchsnerve, um an denselben mit je zwei Ganglienzellen zu enden. Die Bedeutung eines mattglänzenden birnförmigen Körpers am Grunde jeder Tasche ist mir nicht klar geworden.

6) Der Pigmentkörper des Larvenaues steht durch einen etwas tiefer gelegenen medianen und zwei seitliche obere Stiele mit dem Hirn in Verbindung. Jeder dieser drei Stiele entspringt fibrillär, schwillt aber gegen den Pigmentkörper zu in einen zelligen Lappen an. Ein vierter gleicher Lappen lagert der Vorderfläche des Pigmentkörpers auf. Der vordere sowie die beiden seitlichen Lappen bestehen aus je zwei grosskernigen Ganglienzellen, der mittlere aber aus vier solchen, von denen je zwei rechts und links von der Medianlinie gelagert sind.

7) Die beiden das Frontalorgan versorgenden Nervenfasern entspringen gesondert vom Zwischenstück des Gehirns, laufen convergirend gegen die Spitze des vorderen Augenlappens hin und ziehen von hier als scheinbare Fortsetzung desselben vereinigt zur Stirne. Eine wahre Verbindung mit den Nerven oder Ganglienzellen des unpaaren Auges findet nicht Statt.

8) In gleicher Weise wie bei den Phyllopoden hat sich auch bei Daphnia noch ein vom Gehirn gesondertes und durch eine eigene Commissur — die sogenannte Unterschlundcommissur — mit dem der anderen Seite verbundenes Ganglion für das zweite Antennensegment erhalten. Hiedurch stellt sich der bei vielen höheren Krebsen vorhandene, bisher noch unerklärte zarte Querstrang zwischen den beiden Schlundcommissuren als eine den übrigen völlig gleichwerthige erste Bauchmarkscommissur heraus.

9) Auch die Daphniden besitzen ein hoch entwickeltes, Schlund und Oberlippe versorgendes paariges Schlundnervensystem.

10) Ein starker, vom Mundring entspringender unpaarer Nervensystem fungirt offenbar als Geschmacksnerv.

11) Bei *Sida crystallina* findet sich ein eigener, wahrscheinlich vom Mandibलगanglion entspringender Nerv für jede Schalenhälfte.

12) Von jedem der fünf Pedalganglien und vom Maxillenganglion entspringen zwei bis drei peripherische Nerven und zwar je ein starker Stamm von der ventralen Seite des Ganglions und ein bis zwei schwächere Stämmchen von seiner oberen Fläche. Der eine von diesen dorsalen Nerven entspricht höchst wahrscheinlich dem bei Branchipus und Artemia zwischen je zwei Ganglien aus den Längsstämmen des Bauchmarks hervorkommenden Nerven, der andere aber dem auch dort von der Rückenfläche des Ganglions entspringenden.

13) In den aus dem letzten Bauchganglienpaar austretenden und zu den grossen Tastborsten des Abdomens verlaufenden Nervensträngen haben wir meiner Ueberzeugung nach die Homologa der vom vierundzwanzigsten Bauchganglienpaar des *Apus cancriformis* entspringenden und zu den Seiten des Darmes ins Schwanzsegment ziehenden Nerven zu sehen.

14) Vom Sympathicus habe ich nur einen kleinen Abschnitt auffinden können in Gestalt eines unter dem letzten Drittheil des Darmes, genau an der Stelle seiner stärksten Krümmung, liegenden Nervengeflechts.

Durch das Zusammentreffen verschiedener Umstände wurde der Verfasser verhindert, selbst die Correctur der vorliegenden Abhandlung zu besorgen. In Folge davon hat sich leider eine beträchtliche Anzahl von Druckfehlern in dieselbe eingeschlichen, von denen wenigstens die auffälligsten hier berichtigt werden sollen.

Seite 5	Zelle 11	lies:	Leptodora statt Liptodora.
" 8	" 27	"	In dem so entstehenden tiefen Halbkanal statt nach oben tiefen Halbkanal.
" 9	" 32	"	deren jedes — ist statt welche jedes — ist.
" 10	" 26	"	gut erhärtetes statt verhärtetes Auge.
" 12	" 28	"	indem diese Hülle statt diese Fülle.
" 14	" 12	"	tubenförmige statt tobenförmige Haartasche.
" 14	" 29	"	eine merkwürdig geronnene statt genomene Nervenmasse.
" 14	" 35	"	Cuticularfetzen statt Lenticularfetzen.
" 16	" 11	"	winklig gebogenen statt wirklich gelegenen.
" 17	" 8	"	Lichtperception statt Lichtperuption.
" 17	" 13	"	Papillenbildung statt Papillenbildung.
" 17	" 24	"	dort nur statt dort nun rudimentären.
" 22	" 13	"	dass sie dies in Wirklichkeit nicht ist statt dass dies in Wirklichkeit nicht ist.
" 33	" 13	"	bis zur Verschmelzung nahe statt bis zur Verschmelzung mehr aneinander.