schichten, c die gemeinschaftliche Längsmuskulatur, d Serosa, e Lig. latum, g Gefäße der Subserosa.

Fig. 4. Querschnitt durch den einfachen Theil desselben Uterus. $\frac{6}{1}$. Bezeichnungen wie oben.

Fig. 5. Längsschnitt durch die Uterushorn-Tubengrenze des Schafes. $\frac{5}{1}$. L Lumen des Uterushorns, l Lumen der Tube, A Schleimhaut des Uterus, a der Tube, B Ringmuskulatur des Uterus, b der Tube, cc gemeinsame Längsmuskulatur, d Serosa, g Gefäße.

Fig. 6. Querschnitt durch das Corpus uteri des Macacus. $\frac{4}{1}$. a Schleimhaut, b Ringmuskulatur, c Längsmuskulatur, d Serosa, e Lig. latum, f Wolff'scher Gang, g Gefäße.

Fig. 7. Querschnitt durch das Collum desselben Uterus. $\frac{4}{1}$. Bezeichnungen wie 6.

Fig. 8¹⁾. Querschnitt durch das Corpus uteri des Neugeborenen. $\frac{6}{1}$. a Schleimhaut, b modificirte Ringmuskelschicht, d Serosa, e Lig. latum, f Wolff'scher Gang, g Gefäße.

Fig. 9. Querschnitt durch das Corpus uteri eines 2 $\frac{1}{2}$ jährigen Mädchens. $\frac{5}{1}$. a Schleimhaut, b modificirte Ringmuskulatur mit Anlage der Gefäßschicht, d Serosa, e Lig. latum, g Gefäße.

(Aus dem zoologischen Institute zu München.)

Untersuchungen über das centrale Nervensystem der Cladoceren.

Von

Dr. phil. et med. **Paul Samassa.**

Hierzu Tafel V, VI, VII.

Nachdem von den Forschern, die bisher das Nervensystem der Cladoceren untersucht hatten, einige Punkte nicht ganz aufgeklärt worden waren und auch die Schwierigkeit der Untersuchung mit den von ihnen angewendeten Methoden hervorgehoben wurde, so schien es mir einiges Interesse zu bieten, dieses

1) Die Muskulatur ist bei stärkerer Vergrößerung eingezeichnet.

Object mit den Mitteln unserer modernen Technik einer erneuten Untersuchung zu unterziehen. Versuche, die ich mit Methylenblau unternahm, führten zu keinem Resultat. Ich wendete mich daher hauptsächlich dem Studium von Schnittserien zu, obwohl auch diese Methode mich bezüglich des Ursprungs einiger Gehirnnerven, die entweder sehr fein sind oder einen complicirten Verlauf haben, im Stiche liess. Als ich mir dieses Mangels bewusst wurde, stand mir jedoch lebendes Material nicht mehr zur Verfügung; andererseits konnte ich auch nicht hoffen, hier weiter zu kommen wie meine Vorgänger, die ja diesen Punkt bereits auf das Eingehendste untersucht hatten. Als Conservierungsmittel leistete mir Osmiumessigsäure sehr gute Dienste; man erzielt damit eine sehr distinkte Graufärbung der Nervensubstanz, ohne die Tinctionsfähigkeit der Ganglienzellen zu beeinträchtigen.

Was die Dauer und Stärke der Einwirkung betrifft, so ist die individuelle Verschiedenheit ausserordentlich gross; ja, es sind sogar am selben Thiere gewöhnlich Bauchmark und Gehirn in ihrem Verhalten verschieden, so dass bald das eine, bald das andere besser conservirt erscheint. Eine systematische Durcharbeitung der Cladoceren in Bezug auf das Nervensystem lag nicht in meiner Absicht; ich zweifle nicht, dass eine solche, insbesondere eine Untersuchung der Lynceiden, noch manche interessante Thatsache zu Tage fördern würde.

Es ist mir eine angenehme Pflicht meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Hertwig, für die vielfache Anregung und für den lebhaften Antheil, mit dem er diese Arbeit verfolgte, auch an dieser Stelle meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen.

Herrn Privatdocenten Dr. Hofer bin ich für das lebenswürdige Entgegenkommen, durch das er mir das Arbeiten in jeder Weise erleichterte, gleichfalls zu Dank verpflichtet.

***Sida crystallina*, Straus.**

Ich stelle die Beschreibung dieser Art voran, da dieselbe den phylogenetisch nächstverwandten Phyllopoden, wie mir scheint, am nächsten steht; die Betrachtung des Nervensystems dieser Form wird uns dann das Verständniss so aberranter Formen, wie *Leptodora*, erleichtern.

Das centrale Nervensystem aller Cladoceren lässt sich passend in folgende vier Theile eintheilen: Das Gangl. opticum, das Gehirn, die Schlundcommissuren und das Bauchmark. Die topographischen Beziehungen des Kopfnervensystems zum Bauchmark sind bei *Sida* wesentlich beeinflusst durch die steile Lage des Oesophagus. Die Verhältnisse sind nach in toto-Präparaten von Leydig bereits vortrefflich abgebildet, zur Orientirung kann jedoch auch Fig. 8 dienen, welche einen Sagittalschnitt, der gerade durch die Mitte des Thieres geht, wiedergiebt. — Wir sehen hier den Darm, der mit seiner dorsalen Wand die Decke des Kopfes erreicht; aus seiner ventralen Wandung entspringt der Oesophagus, der fast senkrecht zur Mundöffnung herabsteigt, welche von der mächtig entwickelten Oberlippe nach vorne hin abgegrenzt ist. Das Gehirn, das Sehganglion und das Auge sind auf den Raum vor dem Darm und Oesophagus angewiesen, und es ergibt sich daraus die aus Fig. 8 leicht ersichtliche Thatsache, dass das Gehirn direkt unter, sogar etwas vor dem Sehganglion liegt, ein Verhältniss, das sich z. B. bei *Daphnia* umkehrt. — Infolge dessen haben auch die beiden Schlundcommissuren, welche aus dem unteren Theile des Gehirns entspringen und der ventralen Darmwand zustreben, eine stark schiefe Richtung, die übrigens nicht constant bleibt, sondern mehrere Biegungen besitzt. Das Bauchmark besteht aus zwei Längssträngen, die durch neun Quercommissuren verbunden sind. Erstere sind mit Ganglienzellen belegt, verlieren jedoch diesen Belag in der Gegend der letzten Fusspaare, verlaufen dann als einfache Nervenstränge zu beiden Seiten des Darmes, treten schliesslich auf die dorsale Seite und in zwei ansehnliche Ganglien, welche am Grunde der beiden Steuerborsten am Postabdomen liegen und eine Commissur besitzen. Die Form des Bauchmarks ist hauptsächlich beeinflusst durch die Bauchrinne, die offenbar für die Nahrungszufuhr eine grosse physiologische Bedeutung hat. Da die Bauchstränge zu beiden Seiten der Bauchrinne liegen und die Commissuren sie bogenförmig verbinden, so ist das Studium des Bauchmarkes einigermaassen erschwert, eine sichere Präparation ist wegen der Kleinheit des Objectes unmöglich, andererseits ist es wegen der starken Krümmung der Commissuren nicht möglich, die Bauchstränge mit den Commissuren auf einem Frontalschnitt zu erhalten; man ist hier daher auf die Reconstruction

von Querschnitten angewiesen. Da sich auch zur Schilderung der übrigen Verhältnisse Querschnitte als am brauchbarsten erweisen, so will ich zu der eingehenderen Beschreibung einer Querschnittserie übergehen, wobei ich mich jederzeit auch auf Sagittal- und Frontalschnitte beziehen werde.

Im ersten Schnitte, in dem wir den Opticus sehen, sind die Einzelaugen bogenförmig um denselben gestellt. Derselbe tritt von hinten in das Auge ein und ergiebt daher auf dem Querschnitte das Bild eines Spitzbogens, dessen Spitze nach vorne sieht und dessen Oeffnung dem Oesophagus zugewendet ist. Da es mehrerer Abbildungen von Querschnitten bedürfen würde, um dieses Verhältniss klarzulegen, so ziehe ich es vor, auf den Sagittalschnitt Fig. 8 zu verweisen. Wir sehen hier das Sehganglion (S. G.), aus dessen hinterer Hälfte der Opticus breit entspringt, um dann, etwas schmaler werdend, an den Retinulae zu enden. Zwischen den einzelnen Nervenfasern tritt hierbei allmählich immer dichter werdend Pigment auf. Fig. 1 zeigt einen Frontalschnitt aus dem dorsalen Theile, aus dem ersichtlich ist, dass der Opticus aus der ganzen Breite des Ganglions entspringt. Ueber das Sehganglion selbst geben Querschnitte wenig Aufschluss. Der erste Schnitt geht durch die obere Ganglienzellenschicht, der zweite und dritte durch die Punktsubstanz und die sie umgebenden Ganglienzellen des Randes, der vierte durch die untere Ganglienzellenschicht, woraus bei einer Schnittdicke von 10μ die Höhe des Sehganglions mit 40μ hervorgeht. Der Querschnitt hat ovale Gestalt mit einer leichten Einbuchtung an der Stelle, wo der Oesophagus daran stösst. Reconstructirt hat das Ganglion die Form einer platten Bohne. Mehr Aufschlüsse geben Sagittal- und Frontalschnitte, wie sie den Figg. 1 und 8 zu Grunde liegen. Der histologische Bau des Sehganglions steht bei den Cladoceren in ganz genauem Verhältniss zum mehr oder minder hoch entwickelten Baue des Auges. Während das Sehganglion von *Daphnia* im Vergleich zu den sicher ursprünglicheren Verhältnissen bei *Sida* bereits degenerirt erscheint, erreicht mit der höchsten Vollendung des Auges bei *Bythotephes* auch der Bau des Sehganglions seine höchste Complicirtheit. Die Differenzirungen beziehen sich dabei hauptsächlich auf die Punktsubstanz. Diese besteht bei *Sida* immer aus drei Schichten (o. M., m. M., u. M.). Die oberste und die unterste weisen eine dichtere Anordnung der

Punktsubstanz auf, die mittlere sie trennende Schicht stellt sich an mit Osmium geschwärzten Präparaten bedeutend heller dar und entspricht offenbar einer mehr lockeren Anordnung der Punktsubstanz. Dorsal und ventral gehen die obere und die untere Schicht in einander über, nicht aber an den beiden Seiten. Die Punktsubstanz des Sehganglions ist umgeben von Ganglienzellen, die meist in zwei Reihen angeordnet sind; doch treffen sich auf der dem Gehirn zugekehrten Seite auch drei Ganglienzellenreihen übereinander, lateral oft nur eine Reihe. Dieselben gehören dem kleinsten Typus von Zellen an, besitzen einen grossen Kern, während der Protoplasmaleib meist nicht zu erkennen ist. Sie sind durchaus unipolar. Was den Ursprung des Opticus aus dem Sehganglion anlangt, so sind die Verhältnisse hier nicht so klar wie bei *Bythotrephes*, immerhin lässt sich folgendes mit Sicherheit erkennen. Der grösste Theil der Opticusfasern entspringt aus den Ganglienzellen der oberen Schicht, daneben finden sich hauptsächlich in den hinteren Partien Fasern, welche durch die Ganglienzellenschicht hindurch an die Punktsubstanz treten, wo sie schon an der ersten Schicht enden, während sie bei *Bythotrephes* bis an die dritte Schicht zu verfolgen sind. Da das Nervensystem der Cladoceren sich bei der Conservirung als sehr wechselnd erweist, bin ich nicht sicher, ob dieses Verhalten nicht durch schlechte Conservirung vorgetäuscht wird; immerhin sind die direct an die Punktsubstanz herantretenden Fasern bei *Sida* viel zarter als bei *Bithotrephes* und *Leptodora*. Die Art des Abganges der Fasern, welche direct von den Ganglienzellen entspringen, ist in einigen Fällen in der Weise zu sehen, dass sich der Fortsatz der Ganglienzelle bald nach seinem Abgange theilt; die eine Faser tritt in die Punktsubstanz des Sehganglions, während die andere zu einer Opticusfaser wird. Meist ist die Faser, die zur Punktsubstanz tritt, stärker und daher deutlicher zu sehen. Immerhin gelingt es auch häufig, die Abzweigung der in den Opticus tretenden Faser mit starker Vergrösserung zu erkennen. Wahrscheinlich dürfte dieses Verhältniss die Regel darstellen.

Aus dem Sehganglion entspringen lateral in der Frontalebene die beiden Commissuren zum Gehirn, die ich als Sehcommissuren bezeichnen will. Dieselben (Fig. 1, O. C.) bestehen aus zwei Säulen von Punktsubstanz, die auf der äusseren Seite mit Ganglienzellen belegt sind; es handelt sich hier um eine Ver-

bindung der untersten Punktsubstanzschicht des Sehganglions mit der Punktsubstanz des Gehirnes, welche jedoch nicht durch ein nervenartig angeordnetes Bündel von Verticalfasern hergestellt wird, sondern durch Punktsubstanz, in der allerdings die Längsfasern überwiegen. Fig. 2 stellt einen Querschnitt in der Gegend der Commissuren dar. Auf der linken Seite ist die Commissur allein getroffen, während man rechts bereits die Eintrittsstelle der Commissur in die Punktsubstanz des Gehirns wahrnimmt. Die lateralwärts und vorne liegenden Zellen stehen mit der Commissur in Verbindung, während die in der Mitte freiliegenden Zellen der oberen Decke des Gehirns angehören.

Der Verlauf der Umhüllungsmembran für Auge und Opticus muss hier im Zusammenhange besprochen werden. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, entspringt bei 1 von der Körperwand eine Membran; dieselbe besitzt hier einige Kerne, die offenbar der Hypodermis angehören, die ich jedoch in das Bild nicht eingetragen habe, um es übersichtlicher zu erhalten. Diese Membran begleitet nun, oberhalb des Sehganglions hinziehend, den Opticus bis zur Stelle seiner Endigung an den Retinulae, schlägt sich dort um, um hierauf das ganze Auge zu überziehen. Sie bildet also einerseits die Opticusscheide, andererseits die Scheide für das Auge. Diese beiden Theile liegen natürlich von den Punkten 2 u. 2' an fest aneinander; man erkennt nur an einem erhöhten Lichtbrechungsvermögen, dass man es mit zwei Membranen zu thun hat. Ich habe sie daher auch in der Zeichnung einfach dargestellt. Diese Membran dient aber gleichzeitig auch als Umhüllung für das Sehganglion. Man sieht in Fig. 1 zwischen Sehganglion und Gehirn den scharf hervortretenden Durchschnit einer Membran, die jedoch hier, durch die Commissuren unterbrochen, mit der oberen Scheide keine Verbindung zeigt. In den folgenden Schnitten jedoch, wo die Commissuren bereits verschwunden sind, sieht man, wie die Membran, mit zahlreichen Kernen versehen, eine Strecke weit längs der Körperwand verläuft, dann jedoch unter das Sehganglion tritt, um sich an der anderen Seite in gleicher Weise an der Körperwand zu befestigen. Betrachten wir ferner Fig. 8, so sehen wir, wie diese Membran sich dorsal am Oesophagus befestigt und längs desselben nach oben verläuft, wobei sie wegen ihrer innigen Verbindung mit dem Oesophagus nur schwer zu erkennen ist. Aus diesen Beobachtungen ist es leicht, sich ein

Bild dieser Membran zu machen. Es handelt sich um einen häutigen Sack, der Auge und Opticus fest umschliesst und dadurch eine tiefe Falte bildet, die sich zwischen Auge und Opticus einschiebt. Seitlich an der Kopfwand und dem Oesophagus befestigt, besitzt er an seiner unteren Wand zwei dreieckige Einschnitte, welche die Durchtrittsstellen für die Sehcommissuren bilden. So dient diese Membran dem doppelten Zwecke, einerseits Auge und Opticus zu umhüllen, andererseits, das Sehganglion mit den darauf ruhenden Theilen suspendirt zu erhalten¹⁾.

Das Gehirn weist einen deutlich bilateralen Bau auf und besteht aus zwei birnförmigen Hälften, die durch eine breite Brücke mit einander verbunden sind. In der Punktsubstanz des Gehirns finden sich dichtere Anhäufungen derselben, die ich Markballen nennen will; dieselben zeigen grosse Gesetzmässigkeit in ihrem Auftreten, und es ist leicht, nach ihrer Lage die Regionen des Gehirns zu unterscheiden. Verfolgt man die Reihe der Querschnitte, so sieht man in dem der Fig. 2 folgenden die Quercommissur, die auf Fig. 2 auf der rechten Seite bereits zu sehen ist, die beiden Hälften bereits vollständig verbinden. Die Sehcommissuren sind in die beiden Hauptmarkballen (H. B.), wie ich dieselben nennen möchte, übergegangen. Da die Quercommissur sich dorsal befindet, so bleibt zwischen derselben ein Raum, der mit Ganglienzellen erfüllt ist. Hinter der Quercommissur finden sich nur mehr wenige Ganglienzellen. Bereits im zweitnächsten Schnitt finden sich dorsal keine Ganglienzellen mehr, während bereits der obere Rand der Schlundcommissur in denselben fällt. Die Punktsubstanz stellt hier eine H-förmige Figur dar, wie etwa die graue Substanz im menschlichen Rückenmarke. Die Hauptmarkballen haben die Form der Vorderhörner, während die Schlundcommissuren den Hinterhörnern ähneln. Zwischen den Markballen findet sich immer noch eine ansehnliche Menge von Ganglienzellen, während dorsal in der Mitte

1) Diese Darstellung weicht von derjenigen Grobbens (Entwicklungsgeschichte der *Moina rectirostris*. Wien, Arbeiten a. d. zool. Instit. II, 1879) wesentlich ab. Ohne hier auf den Bau des Auges näher einzugehen, will ich nur bemerken, dass ich weder eine der Kopfhaut innen anliegende zweite Membran noch irgend welche Häutungsproducte in dem Raum zwischen dem Auge und der Körperwand jemals beobachtet habe.

ein neuer Markballen auftritt, den ich den centralen (c. B.) nennen will. Den nächsten Schnitt stellt Fig. 3 dar. Wir finden in demselben dort, wo sich in den vorhergehenden Schnitten die Anhäufung von Ganglienzellen fand, das unpaare Auge (u. A.), das auf Punktsubstanz aufliegt, welche gleichsam landzungenförmig in die Masse der Ganglienzellen vorspringt; es stellt einen ovalen schwarzen Pigmentfleck dar, der nicht unmittelbar unter der Haut liegt, sondern auch vorne noch von Punktsubstanz umgeben ist. Hinter dieser Punktsubstanzbrücke, die zum unpaaren Auge führt, finden wir den centralen Markballen. Hinter demselben finden sich einerseits Fasern, welche die beiden Hauptmarkballen verbinden, andererseits solche zwischen den Schlundcommissuren. Diese Commissur der Schlundcommissuren (u. C.) gewinnt in den folgenden Schnitten immer mehr an Umfang. Der nächste Schnitt zeigt noch eine Spur des unpaaren Auges, an die Stelle der Punktsubstanzbrücke sind aber wieder Ganglienzellen getreten. Der centrale Markballen liegt jetzt zwischen den beiden Hauptmarkballen, die in diesem und im nächsten Schnitte ihr Ende erreichen. Den ganzen dorsalen Theil des Gehirns nimmt die Commissur zwischen den Schlundcommissuren ein, worunter ich natürlich nicht ein System von gestreckt verlaufenden Fasern verstehe, sondern jenen Theil der Punktsubstanz, der gegen die Hauptballen abgegrenzt sich direct in die Schlundcommissuren fortsetzt. Im nächsten Schnitte, den Fig. 4 wiedergiebt, überwiegen allerdings in derselben die direct von einer Seite zur anderen verlaufenden Fasern sehr, was aber in den vorhergehenden Schnitten nicht der Fall war. Fig. 4 zeigt ferner das Auftreten eines neuen Gebildes, des Centralkörpers (C. K.). Derselbe stellt einen schmalen, fast rechteckigen, gegen die Dorsalseite schwach abgebogenen Körper dar, der sich gegen die Umgebung sehr scharf abgrenzt. Er besteht aus einer dichten Anhäufung von Punktsubstanz und repräsentirt offenbar auch einen Markballen von eigenartiger Struktur. Als ein System von Faserzügen, welche, aus verschiedenen Richtungen kommend, durch ihn hindurchtreten sollen, kann ich ihn nicht ansehen, da er dann doch in irgend einer Richtung allmählich in diese Faserzüge übergehen müsste. Dieses ist aber nicht der Fall, da er auf Frontal- und Sagittalschnitten (Figg. 7 u. 8) dieselbe abgeschlossene Lage hat wie auf Querschnitten, womit natürlich nicht gesagt

sein soll, dass nicht einzelne Fasern an ihn herantreten. Es ist ferner auch die Lage des Centralkörpers keine einer solchen Durchkreuzung von Fasern günstige, da er nicht etwa in der Mitte der Punktsubstanz des Gehirns gelegen ist, sondern am Grunde: der nächste Schnitt geht bereits durch das untere Ganglienzellenlager hindurch und auch nach vorne trennt ihn nur eine kleine Schicht von Punktsubstanz vom vorderen Ganglienzellenbelag. Wir werden übrigens noch weitere Gründe gegen eine derartige Auffassung bei *Bythotrephes* und *Leptodora* finden. Ueber die Bedeutung des Centralkörpers kann ich mir keine Vorstellung bilden; die eigenthümlich dichte Anordnung der Punktsubstanz, die, wie wir von den höheren Krebsen her wissen, für das Centrum des Geruchsinnes so charakteristisch ist, könnte auf die Vermuthung führen, dass es sich um die Ursprungsstätte des Riechnerven handelt. Nachdem jedoch die Markballen, aus denen die Riechnerven entspringen, leicht und sicher nachzuweisen sind, so musste ich diese Vermuthung fallen lassen. Der Schnitt, den Fig. 4 abbildet, zeigt auf der linken Seite den Markballen (R. C.), aus dem der Nerv der Riechantenne entspringt; auf der rechten Seite zeigt ihn der nächste Schnitt, da die Schnitte nicht ganz genau die Querebene getroffen haben. In Fig. 4 fällt ferner eine Reihe starker Fasern auf, die ich mit Sicherheit als Nervenfasern anspreche, da man sie zum Theil an Ganglienzellen herantreten sieht. Der nächste Schnitt geht durch die Ganglienzellschicht am Boden des Gehirns. In der Mitte desselben sehe ich zwei grosse Ganglienzellen (Figg. 6, 7, gr. Z.) mit deutlich umfangreichem Protoplasmaleib, während die dieselben umgebenden kleinen Ganglienzellen denselben nicht erkennen lassen. Ich glaube übrigens auch eine dritte Ganglienzelle gesehen zu haben, die sich durch bedeutendere Grösse auszeichnete; es würde dies dann eine vollständige Uebereinstimmung mit den Verhältnissen bei *Branchipus* ergeben¹⁾. Betrachten wir nun noch die Lagerungsverhältnisse im Gehirn auf Frontalschnitten (Figg. 1 u. 7), so sehen wir zu beiden Seiten die Hauptmarkballen, in der Mitte den centralen Markballen,

1) S. Claus, Untersuchungen über die Organisation und Entwicklung von *Branchipus* und *Artemia*. Arb. aus dem zool. Institut zu Wien Bd. II, 1886.

unter demselben den Centralkörper, zu unterst die beiden oben erwähnten und beschriebenen grossen Ganglienzellen, links davon das Riechcentrum. Man bemerkt ferner, dass sich an der oberen Seite einige grössere Ganglienzellen mit deutlichem Protoplasmaleib und multipolarem Charakter befinden. Charakteristisch für den Bau des Gehirns erscheint mir vor allem, dass die Hauptmarkballen von oben bis unten gleichmässig die symmetrischen Seitenlappen des Gehirns erfüllen, so dass man am Gehirn von *Sida* wohl sehr gut einen mittleren Theil und zwei Seitenlappen unterscheiden kann, während eine Gliederung in der Richtung von oben nach unten ohne Zwang nicht durchzuführen ist.

Verfolgen wir nun die Schlundcommissuren auf Querschnitten, so müssen wir uns vor Augen halten, dass wir entsprechend den verschiedenen Biegungen bald Querschnitte, bald Schieferschnitte derselben zu Gesichte bekommen. Unmittelbar unter, bzw. hinter dem Gehirn findet sich die Austrittsstelle der Nerven der zweiten Antenne; es findet sich hier ein Ganglion (Figg. 4 und 9), in dem Zellen des grösseren Typus der Commissur aussen und zum Theil sogar innen aufliegen. Diesen Ganglienzellenbelag kann man nicht als eine Fortsetzung der Ganglienzellschicht des Gehirns betrachten, da dieselbe, wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, durch eine Einschnürung an der Hinterseite des Gehirns, die durch die Muskel der Riechantennen ($M.A_1$) hervorgerufen wird, von den Ganglienzellen der zweiten Antenne scharf geschieden wird. Desgleichen hat das Ganglion, wie wir später sehen werden, nach hinten zu eine scharfe natürliche Grenze, so dass man mit vollem Recht von einem distincten Antennenganglion sprechen kann. Die Muskulatur der Antennen besitzt zwei verschiedene Nerven. Der eine tritt zu den Adductoren, die, ein mächtiges Muskelbündel bildend, von der Basis der einen Antenne zu der der anderen zwischen Darm und Oesophagus ziehen (Fig. 3, $M.A_2$), so dass der Nahrungstract gewissermaassen auf diesem Muskelbündel reitet. Der Nerv für diese Muskelgruppe tritt zuerst ab und hat natürlich einen sehr kurzen Verlauf, da er in die Antenne gar nicht eintritt. Der Nerv für die Abductoren (Fig. 9, $N.A_2$) tritt in die Antenne ein, in der der Haupttheil dieser Muskulatur liegt; er dürfte auch sensible Zweige abgeben. Zu Fig. 9 ist zu bemerken, dass sie einen Schnitt wiedergibt, der in einem Winkel von ca. 30° zur Frontalebene geneigt ist; man sieht da-

her auf der rechten Seite bereits das Gehirn mit dem Riechcentrum angeschnitten, auf der linken Seite das Ganglion, aus dessen Punktsubstanz der Abductorennerv entspringt. Der Verlauf der Schlundcommissuren weist bestimmte Beziehungen zu der Muskulatur auf, nach denen er sich leicht beschreiben lässt. Betrachten wir Fig. 5, so sehen wir am Oesophagus vier Muskel entspringen, von denen zwei ventral nach aussen verlaufen, zwei dorsal. Seitlich stösst der Muskel der Riechantenne an den Oesophagus und verbindet sich sogar äusserlich mit demselben; beobachten wir ferner, dass sich hinter dem Oesophagus noch der Adductor der Ruderantenne befindet, so sehen wir, dass die Commissuren sich in einem von diesen Muskeln eng begrenzten Raume befinden. In Fig. 5 liegt nun immer noch das Antennenganglion vor; besonders stark sieht man hier die direct durchgehenden Commissurenfasern hervortreten. Bereits im nächsten Schnitte haben diese vollständig die Oberhand gewonnen, und die Commissuren besitzen hier keinen Ganglienzellenbelag mehr. Es ist dies die oben erwähnte Abgrenzung des Antennenganglions nach der dorsalen Seite. Im nächsten Schnitte treten neuerdings Ganglienzellen auf, an die Stelle der Commissurfasern tritt Punktsubstanz, die zum Theil von zwei Reihen von Ganglienzellen umgeben ist, so dass es sich zweifellos um ein neues Ganglion handelt (Fig. 12, r. G.), das ich, da es an die Hinterseite des Oesophagus tritt, als retrooesophageales bezeichnen will. Dasselbe lässt sich durch vier Schnitte hindurch verfolgen und weist im dritten davon eine Commissur auf (Fig. 12, C.). Auf einem Sagittalschnitt (Fig. 13) sehen wir die Schlundcommissur (S. C.), die aus gestreckt verlaufenden Fasern besteht und sich nach unten aus später zu erörternden Gründen verschmälert; an dieselbe scheinbar nur angelegt sehen wir an der Ursprungsstelle der Oberlippe das retrooesophageale Ganglion in Form eines Dreieckes, dessen Basis von Ganglienzellen gebildet wird und der Commissur anliegt. Aus der Punktsubstanz desselben entspringt ein starker Nerv, der in die Oberlippe zieht und nach kurzem Verlaufe in ein neues Ganglion, das Oberlippenganglion, eintritt (O. G.). Dieses entsendet nun sensible Aeste in die Oberlippe, von denen einer mit einer langgestreckten Hypodermiszelle sich in Fig. 13 klar darstellt. Das Oberlippenganglion finden wir in Fig. 10 am Querschnitt getroffen. Fig. 12 ist nun leicht

verständlich; zu bemerken ist nur, dass der Schnitt, der etwas schief geführt ist, auf der linken Seite bereits unter den Boden der Kopfwand gerathen ist; daher ist die dicht anliegende Mandibel angeschnitten. Auf Frontalschnitten sehe ich einen feinen Nerven aus dem Ganglion austreten, der möglicher Weise zur Innervirung der Oesophaguskulatur dient; doch konnte ich denselben nicht verfolgen. Dass die Commissur zwischen den retrooesophagealen Ganglien nicht auf die Antennenganglien bezogen werden kann, ist aus Vorstehendem wohl klar, ganz abgesehen davon, dass eine so zarte Commissur den physiologischen Bedürfnissen der Antennenganglien gar nicht genügen könnte und wir andererseits am Grunde des Gehirns eine starke Commissur gefunden haben (Fig. 4 u. C.), die offenbar diesem Zwecke dient. Nach dem retrooesophagealen Ganglion verjüngen sich die Schlundcommissuren auf Sagittalschnitten auffallend (Fig. 13, 15). Diesem Verhalten entspricht auf Querschnitten eine bandartige Auffaserung und Auseinanderlagerung der Commissuren, die sich dadurch in der Medianlinie sehr nähern, was aus Fig. 10 erhellt, wo übrigens die Fasern dicker gezeichnet sind, als der Wirklichkeit entspricht, um sie mehr hervortreten zu lassen. Dieses eigenthümliche Verhalten scheint hauptsächlich durch das Andrängen der Mandibelmuskulatur bedingt zu sein, die so die der Körperwand eng anliegende Commissur gewissermaßen platt gedrückt hat.

Unmittelbar unter dieser Region endet die Schlundcommissur im Mandibलगanglion (Fig. 15, Md. G.), das unter der Mandibel in der Vorwölbung, welche der Ansatz der Maxille bedingt, gelegen ist. Dasselbe besteht in einer Ansammlung von Ganglienzellen und einer Vorwölbung der Punktsubstanz an der ventralen Seite, während die direct nach abwärts verlaufenden Fasern sich an der dorsalen Seite befinden. Diese Form ist für die Bauchganglien überhaupt charakteristisch und findet sich ja auch in besonders excessivem Grade an dem retrooesophagealen Ganglion (Fig. 13). Hinter dem Mandibularganglion erkennt man eine leichte Anschwellung, die ich als Maxillenganglion deute (Mx. G.), doch fehlt diesem Ganglion eine Commissur. Die Commissur der Mandibलगanglien befindet sich am oberen Ende derselben, also an der Eintrittsstelle der Schlundcommissur, ein Verhalten, das hier durch mechanische Verhältnisse bedingt ist. Unmittelbar

unter der Commissur beginnt nämlich die Bauchrinne als tiefer und enger Spalt, der sich zwischen den Erhebungen, von denen die Maxillen entspringen, gebildet hat; da nun das Ganglion in der Basis der Maxille selbst liegt, so ist der Weg über der Bauchrinne für die Commissuren der nächste (s. Fig. 16, wo es sich bereits um das Maxillarganglion handelt); aus demselben tritt der Bauchstrang in bogenförmigem Verlauf zum Ganglion des ersten Fusses, das bereits dem Darne anliegt (Fig. 15). Zwischen den Maxillen ist die Bauchrinne mit langen Borsten besetzt (Fig. 16), was offenbar zur Nahrungszufuhr Beziehung hat. Wie aus Querschnitten zu ersehen ist, entspringt der Mandibelnerv seitlich aus dem Ganglion. Der Maxillennerv entspringt aus seinem Ganglion ventral.

Der Theil des Bauchmarks, der der Innervirung der Beine dient, besteht aus sechs den Beinpaaren entsprechenden Ganglienpaaren, die durch ebenso viele Quercommissuren mit einander verbunden sind. Doch ist zu bemerken, dass auch der zwischen den Ganglien liegende Theil des Bauchmarks einen continuirlichen Belag von Ganglienzellen aufweist, und die Ganglien nur in einer Ansammlung von Ganglienzellen und Punktsubstanz an der ventralen Seite des Bauchstranges bestehen (Figg. 14, 21). Die beiden Längsstränge liegen in den Längsleisten, von denen die Beine entspringen. Eine Ausnahme hiervon macht nur das Ganglion des ersten Beinpaares, das wenigstens in seinem oberen Theile an der Seite des Darmes liegt (Fig. 11), ein Verhalten, das dadurch bedingt wird, dass in der Gegend des ersten Beinpaares die Bauchrinne sehr breit ist und die Beine weiter seitwärts entspringen; daher zeigt dieses Ganglion auch auf dem Querschnitt eine kreisförmige Gestalt, während die anderen Ganglien seitlich comprimirt erscheinen. Die Commissur des ersten Ganglions ist von allen die breiteste und lässt sich durch vier Schnitte hindurch verfolgen. Hinter der Commissur tritt das Ganglion in die Fussleiste ein und giebt hier erst seine Nerven ab. Dieselben sind natürlich je nach ihrem Verlauf bald auf Querschnitten, bald auf Sagittalschnitten deutlicher. Mit Sicherheit konnte ich bei allen Ganglien vier Nerven beobachten: einen Nerv, der den höchsten Ursprung am Ganglion hat, in den Fuss eintritt und sich hier in zahlreiche Muskeläste auflöst (Fig. 14, O. N₃, o. N₄, Fig. 21, o. N₄, o. N₅, Fig. 20, o. N.). In Fig. 14 kann man

einen Zweig dieses Nerven am dritten Fuss bis in eine Endigung im Muskel (N. E.) verfolgen. Ein zweiter Nerv, den ich den mittleren Fussnerven nenne (m. N. Fig. 14, Fig. 21), entspringt unter dem vorigen aus einer Vorwölbung an der unteren Seite des Ganglions. Derselbe zieht an den unteren Rand der Fussinsertion und tritt hier in den Fuss ein. Der dritte Nerv (Fig. 14, F. 21 u. N.) entspringt gleichfalls an der unteren Seite des Ganglions. Der Ursprung dieses Nerven liegt im ersten Fussganglion, etwas hinter dem Ursprung des mittleren Fussnerven; in jedem weiteren Ganglion rücken sich die Ursprünge näher, bis im fünften Fussganglion die beiden Nerven gemeinsam aus dem Ganglion austreten. Dieser untere Nerv zieht an die Körperwand unter der Fussinsertion und ist ein Eintritt desselben in den Fuss bestimmt auszuschliessen. Etwas Genaues konnte ich über die Function der beiden letzteren Nerven nicht ermitteln, doch vermute ich, dass der mittlere Nerv die Endglieder des Fusses innervirt, da der obere sich bereits in der Basis ganz in seine Muskeläste auflöst; der untere dürfte der sensible Nerv der Bauchhaut sein. Auf Querschnitten findet man ferner noch einen seitlichen Nerven, der aus der unteren Seite des Ganglions entspringt, um die Längsmuskeln des Körpers herumbiegt und die Körpermuskulatur versorgt (Fig. 20, s. N.). Aus dem letzten Fussganglion tritt ein Nervenstrang, der keinen Beleg von Ganglienzellen besitzt und sich um den Darm herum auf die dorsale Seite schlägt (Fig. 18, N.). Von diesem Strange tritt, nachdem er schon dorsal liegt, ein Nerv ab, der zum After hinzieht (Fig. 22, A. N.). Er selbst tritt am Grunde der Steuerborsten in ein ziemlich ansehnliches Ganglion ein, das sich durch mehrere Schnitte verfolgen lässt und auch eine Quercommissur besitzt. Dasselbe ist in Fig. 19 (B. G.) dargestellt. Es liegt den Sehnen, welche an die Borste herantreten, dicht an, so dass eine äussere Grenze nicht zu ziehen ist. Doch ist aus dem histologischen Verhalten zu ersehen, dass der mediale Theil dem Ganglion entspricht, während der laterale aus Sehnen besteht. Eine allgemeine Uebersicht über den Bauchstrang giebt die schematische Fig. 22.

Wenn ich das Gefundene kurz zusammenfasse, so handelt es sich um ein retrooesophageales Ganglion, welches einen Nerv zum Oberlippenganglion abgiebt, mit einer Commissur, ein Mandibelganglion mit Commissur, ein Maxillenganglion ohne solche,

sechs Fussganglien mit je einer Commissur, endlich das dorsale Steuerborstenganglion, gleichfalls mit einer Commissur.

Daphnia sima, O. F. Müller.

Vom Genus *Daphnia* stand mir leider nur die in der Umgebung von München gemeine *Daphnia sima* zur Verfügung, die sich einerseits wegen ihrer geringen Grösse als ein ungünstiges Untersuchungsobject erwies, andererseits der mir bei den übrigen Cladoceren so brauchbaren Conservirung mit Osmium-Essigsäure einen beharrlichen Widerstand entgegensetzte. Immerhin gelang es mir auch hier die wesentlichsten Punkte klarzustellen.

Der allgemeine Habitus und die topographische Lage des Nervensystems steht hier nicht unter jenem raumbegrenzenden Einflusse, wie er für *Sida* so charakteristisch ist. — Die Verlaufsrichtung des Oesophagus ist eine auffallend wechselnde, nähert sich oft sehr der horizontalen, während er in anderen Fällen stark gegen den Darm ansteigt. Doch erreicht dies nie jenen hohen Grad wie bei *Sida* und hat daher auch auf die Lage des Gehirns wenig Einfluss. Die Schlundcommissuren sind in keiner Weise durch Muskulatur an die Körperwand angepresst, und die Bauchrinne hat nicht die schmale und rechteckige Form wie bei *Sida*; die Beine entspringen mehr lateral, so dass die Ganglien des Bauchstranges nicht in den Fussleisten liegen, sondern frei unter dem Darne. Die Commissuren liegen in gleicher Ebene mit den Ganglien, so dass man auf Frontalschnitten die Bauchstränge mit den Commissuren erhalten kann, was die Untersuchung sehr erleichtert. Das Gehirn mit dem Sehganglion liegt über dem Oesophagus vor den paarigen Blinddärmen, bedeutend hinter dem Auge.

Das Sehganglion (Fig. 23, S. G.), das die obere Fläche des Gehirns nicht bedeckt, liegt auf der dorsalen Seite dem Gehirn auf und ist hier sehr ausgesprochen paarig. Es besteht aus zwei vollständig kugeligen Ballen von Punktsubstanz, welche in der Mitte aneinander stossen, ohne jedoch, soweit ich beobachten konnte, Fasern auszutauschen. Die Punktsubstanz ist von Ganglienzellen umgeben, die meist in einfacher, zum Theil auch mehrfacher Reihe angeordnet sind. An der dorsalen Seite des Ganglions treten aus jeder Hälfte getrennt die Opticusfasern aus, die daher unmittelbar nach ihrem Austritte einen dreieckigen

Spalt zwischen sich lassen. Doch treten sie bald zusammen und ziehen nach vorne gegen das Auge, in das sie von hinten eintreten. Die Fasern sind auffallend dick. In der Punktsubstanz konnte ich keinerlei Struktur entdecken, die derjenigen bei *Sida* entsprechen würde.

Zwei Commissuren verbinden die beiden Hälften des Sehganglions mit dem Gehirn. Dieses hat bei seitlicher Ansicht eine viereckige Gestalt. Die symmetrische Zusammensetzung spricht sich hier mehr in seinem oberen Theile aus, wo eine tiefe Einsenkung die beiden Hälften scheidet, während sie in ihrem unteren Theile in einen sich vorne vorwölbenden Bogen in einander übergehen (Figg. 24, 25). Von Markanhäufungen treten die beiden Hauptmarkballen besonders hervor. Desgleichen findet sich der Centralkörper in ähnlicher Gestalt und nach allen Seiten hin gut abgegrenzt, wie bei *Sida*. Auch den über dem Centralkörper gelegenen centralen Markballen finde ich angedeutet. Das unpaare Auge zeigt eigenthümliche Verhältnisse. Es geht nämlich von der Mitte des Gehirns, in dessen oberem Theile (Fig. 27) ein schmaler Streifen von Pigment aus, der in der Nähe der Haut zu einem kolbenförmigen Gebilde anschwillt, welchem zwei Krystallkörper eingelagert sind. An diesen Kolben tritt aus dem unteren Theile des Gehirns ein bogenförmiger Zug von Punktsubstanz (Fig. 26, l. N.) heran. Dieser Bogen giebt eine Reihe von Fasern an die Körperwand ab und kann seiner ganzen Beschaffenheit nach nur als ein vorgelagerter Theil des Gehirns angesehen werden. Wenn es nun auch nahe liegt, denselben mit dem medianen Vorsprung der Punktsubstanz, auf dem bei *Sida* das unpaare Auge liegt, zu homologisiren, so lässt sich doch auch die Schwierigkeit des so weit herabgerückten Ursprungs nicht verkennen. Am vorderen Ende des unpaaren Auges sehe ich zwei längliche Zellen, in denen ich den Ursprung des Frontalnerven vermuthe (Fig. 26, F. N.). Der Riechnerv (Fig. 28, R. N.) entspringt in ähnlicher Lage wie bei *Sida* im unteren Theile aus dem vorne gelegenen Riechcentrum (R. C.) und verläuft in sanfter Steigung zur Riechantenne. Der Nackennerv (Fig. 23, N. N.), den ich bei *Sida* trotz seiner zweifellosen Existenz nicht nachweisen konnte, besitzt bei *Daphnia* sein Centrum in einem an der oberen und dorsalen Seite gelegenen Markballen. Er tritt seitlich aus dem Gehirne aus, um in nahezu verticaler

Richtung zum Nacken aufzusteigen. Die eingefallene Körperwand in Fig. 23 ist natürlich Kunstproduct.

Die beiden Schlundcommissuren treten wie bei *Sida* aus dem hinteren Theile des Gehirns und besitzen nur an den Stellen, von denen die beiden Nerven für die Ruderantenne abgehen, Ansammlungen von Ganglienzellen (Fig. 30). Der obere dieser beiden Nerven ist stärker, entspringt unmittelbar nach dem Austritte der Commissuren aus dem Gehirne und tritt in die Antenne ein. Der untere schwächere Nerv entspringt bedeutend tiefer. Zu Fig. 29 ist zu bemerken, dass der Schnitt von der Frontalebene etwas abweicht, so dass auf der rechten Seite bereits die Hinterwand des Gehirns angeschnitten ist. Man beachte auch, dass wir uns in diesem Schnitte bereits zwei Schnitte hinter der Mundöffnung befinden, und daher der Oesophagus, der in diesem Falle einen sehr steilen Verlauf nimmt, nahe seiner Einmündungsstelle in den Darm getroffen ist. Ueber das Kopfnervensystem gelang es mir auch einige entwicklungsgeschichtliche Aufklärung zu gewinnen. Am Embryo (Fig. 29) sieht man die paarigen Augen (A.), in denen sich bereits Pigment abgelagert hat. Unter denselben eine Anhäufung von kleinen Zellen und als erste Anlage des Gehirns eine quere Commissur (G. A.); von derselben geht auf der linken Seite ein Augennerv ab, der seitlich an das Auge herantritt; nach unten sieht man längs des steil nach abwärts ziehenden Oesophagus die beiden Schlundcommissuren verlaufen, von denen über der Mundöffnung je ein Antennennerv abgeht.

Hinter dem Oesophagus gestalten sich die Verhältnisse genau so wie bei *Sida*. Ein stark vorspringendes Ganglion (Fig. 28 u. 31 v. G.), das mit dem der anderen Seite durch eine Commissur verbunden ist (Fig. 30 r. C.), entsendet einen Nerven zum Oberlippenganglion (O. G.). Da auch die beiden Oberlippenganglien durch eine Commissur mit einander verbunden sind, so bildet sich um den Mund herum ein förmlicher Nervenring. Von dem Oberlippenganglion strahlen Nerven aus, die in feinen Sinneshaaren an der Spitze der Oberlippe enden. Vom retro-oesophagealen Ganglion aus zieht die Schlundcommissur etwas nach hinten zum Mandibलगanglion (Fig. 32 Md. G.), das in der Basis der Maxille liegt. Der Nerv zur Mandibel tritt seitlich aus, der Nerv zur Maxille unter demselben, aber vorne. Die Commissur liegt am oberen Ende des Ganglions über der hier beginnenden Bauch-

rinne; bisher also durchaus ähnliche Verhältnisse wie bei *Sida*. Als Unterschied ist jedoch zu bemerken, dass sich keinerlei Anschwellung findet, die man als Maxillenganglion deuten könnte.

Ähnlich wie bei *Sida* macht der Bauchstrang eine dorsale Biegung, um erst in der Gegend des ersten Beinpaares unter den Darm zu gelangen. Das Bauchmark (Figg. 33, 34) von *Daphnia* unterscheidet sich sehr wesentlich von dem von *Sida*, indem es eine hochgradige Vereinfachung erfahren hat. Es besteht nämlich aus zwei Fasersträngen, welche allseitig mit Ganglienzellen bedeckt sind. Während wir nun bei *Sida* jedem Fusspaare entsprechend eine deutliche Anschwellung an der ventralen Seite des Bauchstranges sahen, finden sich hier nur an den Austrittsstellen der Nerven mehr Ganglienzellen angehäuft. Dieselben entspringen jedoch für das erste und zweite Fusspaar ganz getrennt aus dem Bauchstrange, so dass hier jedem Fuss mehrere derartige kleine Anschwellungen entsprechen. Erst beim dritten und vierten Fusspaare macht sich eine grössere Concentration der Nervenaustrittsstellen bemerkbar (Fig. 34), so dass man hier schon eher von Ganglienanschwellungen sprechen kann. Das letzte Ganglion (Fig. 34, G. F₅) ist bereits vollkommen gesondert und durch den Bauchstrang, der hier stark verdünnt ist und fast gar keine Ganglienzellen besitzt, mit dem vorherigen verbunden. Ein ähnlich unregelmässiges Verhalten weisen auch die Commissuren auf. Es finden sich im Bereiche des ersten Beinpaares drei, in dem des zweiten Paares zwei Commissuren, die Ganglien des dritten und vierten Beinpaares besitzen je eine, während ich beim Schlussganglion keine auffinden konnte. In den Commissuren finden sich auch Ganglienzellen; in Fig. 33 und 34 insbesondere in der ersten, zweiten und sechsten, doch scheint dieses Verhalten kein gesetzmässiges zu sein.

Was schliesslich die Nerven anlangt, so treten dieselben entsprechend der lateralen Insertion der Beine auch lateral aus und nicht ventral wie bei *Sida*. Der seitliche Nerv (s. N.) sowie der obere und mittlere (o. N., m. N.) sind auch hier mit ganz ähnlichen Functionen wie bei *Sida* leicht nachzuweisen (Fig. 34). Der untere Nerv ist mir entgangen, was wohl mit seiner Zartheit und seinem Verlaufe in Zusammenhang steht. Den Nerv, der zu den Steuerborsten zieht, habe ich gleichfalls aus dem Schlussganglion treten sehen. Doch konnte ich über seine Endi-

gung an den Borsten keine Beobachtungen machen, da das Object hierzu zu ungünstig ist.

Bythotrephes longimanus, Leydig.

Wie dem ganzen Aeusseren von Bythotrephes die bei ihm von allen Cladoceren am weitesten vorgeschrittene Entwicklung des Auges ihr Gepräge verleiht, so ist auch das centrale Nervensystem davon am meisten beeinflusst. Das Sehganglion bildet hier den weitaus massigsten Theil desselben und übertrifft das Gehirn bei weitem. Die Lagebeziehungen dieser Theile sind wesentlich bedingt durch die mehr oder weniger stark ausgebildete Nackenbeuge. Hierin giebt es alle Uebergänge: in einigen wenigen Fällen liegt der Kopf in derselben Achse wie der Rumpf des Thieres; derartige Objecte sind daher zum Studium von Querschnitten sehr geeignet. Es kann aber auch die Kopfachse mit der Rumpfachse alle Winkel bis zum rechten bilden. In diesem letzteren extremen Falle bekommt man daher bei Frontalschnitten durch den Rumpf Querschnitte durch den Kopf und umgekehrt. Am Bauchmark ist ferner bemerkenswerth, dass das Mandibelganglion hart an das retro-oesophageale herantritt, dagegen vom Bauchmarke der Beinegend durch eine lange Commissur, die keinen Ganglienzellenbelag besitzt, geschieden wird.

Das Sehganglion hat die Gestalt einer ovalen, gegen das Auge zu convexen Platte; mit seiner ventralen Seite liegt es über dem Hirne wie ein überhängendes Dach (Fig. 38). Dorsal, wo die Commissuren zum Hirne entspringen, zeigt es auf der unteren Seite eine kuppenförmige Hervorwölbung. Um den histologischen Bau desselben zu verstehen, muss ich hier den Rahmen, den ich mir gesteckt, überschreiten und auf den Bau des Auges eingehen, dessen interessante Verhältnisse bisher noch nirgends genau beschrieben wurden. Wir sehen auf dem Bilde eines Sagittalschnittes (Fig. 36) zwei Gruppen von Einzelaugen: eine keilförmige und eine kugelförmige. Im keilförmigen Abschnitte, der dem Sehganglion zunächst liegt, sind die Rhabdome mit Pigmentbechern und die Krystallkegel zu ausserordentlicher Länge entwickelt und reichen bis an den vorderen Rand des Auges. Die Enden der Pigmentbecher liegen alle in einer Kreislinie. Die Krystallkegel haben gleichfalls eine ausserordentliche Länge und werden durch eine bindegewebige Platte (S. P.) gestützt, welche

vom Bindegewebe des Kopfes entspringt und bogenförmig in gleichmässigem Abstände von den Enden der Pigmentbecher nach vorne zieht und sich hier an der Hüllmembran des Auges befestigt. Durch diese Stützplatte treten die Krystallkegel hindurch; sie sind der dorsalen Seite des Thieres zugewandt und dienen zur Aufnahme der Eindrücke, die das Thier von hinten empfängt. Der Durchschnitt des kugelförmigen Theils stellt sich in Fig. 36 als ein Kreissegment dar, dessen Sehne das Einzelauge des keilförmigen Theils bildet, dem es aufliegt. Die Pigmentbecher haben eine constante Länge, welche etwa ein Drittel der vorerwähnten beträgt. Die Länge der Krystallkegel nimmt von hinten nach vorne zu allmählich ab und die hinteren treten noch durch die Stützplatte. Das Studium von Embryonen ergiebt, dass in sehr frühen Stadien, wo im Auge noch kein Pigment abgelagert ist, alle Einzelaugen gleiche Länge besitzen und im Kreise angeordnet sind, ebenso wie beim ausgewachsenen Thiere diejenigen der kugelförmigen Zone. Bald aber bekommen die dorsalen Einzelaugen im Wachsthum das Uebergewicht, bis sie endlich den vorderen Augenrand erreichen. Es begreift sich, dass dadurch die Einzelaugen der vorderen Partie immer mehr in die Höhe gehoben werden und dadurch das Missverhältniss zwischen dem grossen Raum, den die wenigen Einzelaugen des keilförmigen Abschnittes einnehmen, im Vergleich zu dem der zahlreichen des kugelförmigen, immer grösser wird.

Zu den Augen des keilförmigen Abschnittes treten nun die Nervenfasern aus dem vorderen Theil der ventralen Hälfte des Sehganglions (Fig. 36, 38 v. O.), der Nerv für den kugelförmigen Abschnitt hingegen entspringt aus der ganzen dorsalen Hälfte desselben (Fig. 36, 38 h. O.). Derselbe tritt zwischen den Pigmentbechern der keilförmigen Schicht hindurch, um an die Retinulae des kugelförmigen Abschnittes zu gelangen. Dieses Verhältniss, das zwar auch aus dem Sagittalschnitt der Fig. 36 ersichtlich ist, wird besonders klar aus dem Frontalschnitte, den Fig. 37 darstellt: wir sehen den Pigmentbecher der kugelförmigen Schicht, welche die keilförmige allseitig umgiebt, in der Längsrichtung durchschnitten, während diejenigen der keilförmigen quer getroffen sind. Zwischen diese hindurch treten Bündel von Nervenfasern, welche sich baumförmig verzweigen, so dass an jedes Rhabdom eine Primitivfaser tritt. Die Nerven sind von ihrem

Eintritt in das Auge an von Pigmentscheiden umhüllt. Mit diesen Eigenthümlichkeiten des Baues des Auges steht der Bau des Sehganglions im engsten Zusammenhange. Dasselbe setzt sich aus einer ventralen (Fig. 36 v. A.) und einer dorsalen (Fig. 36 d. A.) Hälfte zusammen, welche einen histologisch sehr verschiedenen Bau zeigen. Zwar zieht sich durch das ganze Ganglion jene Scheidung der Punktsubstanz in drei Schichten, die wir bereits bei *Sida* kennen gelernt haben, eine obere und untere dichtere, eine mittlere lockerere. Die obere Schicht hat hier jedoch eine weitere Differenzirung erreicht. Im ventralen Abschnitt sind in ihr drei Züge von dichter Punktsubstanz angedeutet, die durch zwei hellere Züge von einander getrennt werden. Die Punktsubstanz ist hier von zwei bis drei Reihen kleiner Ganglienzellen umgeben, die jedoch vorne eine Lücke lassen; auch die obere und untere Schicht der Punktsubstanz gehen hier nicht in einander über. Die Sehfasern, die jedoch nur aus dem vordersten Theil des ventralen Abschnittes austreten, lassen sich zum Theil durch die obere und mittlere Markschrift bis an die untere verfolgen, wo sie sich in der Punktsubstanz aufzulösen scheinen. Ein Theil der Fasern tritt aber jedenfalls bereits an die Ganglienzellen der oberen Schicht, sowie auch von diesen Zellen aus Fasern an die untere Markschrift ziehen. Die Fasern erreichen nie die Stärke wie im hinteren Abschnitte des Ganglions. In diesem (Fig. 36 d. A.) ist der Punktsubstanzkern weitaus grösser als im vorderen und erreicht stellenweise die Höhe wie im ventralen Theile die Punktsubstanz und der untere Ganglienzellenbelag zusammengenommen. Diese Vermehrung der Punktsubstanz wird zum Theile durch eine etwas breitere mittlere Schicht bewirkt, hauptsächlich aber durch die Vergrößerung der oberen. Diese wiederholt gleichsam den Bau des ganzen Sehganglions, indem sie gleichfalls aus einer dichteren oberen und unteren und aus einer lockereren mittleren Schicht besteht. Die Ganglienzellen dieses Abschnittes sind an der dem Auge zugekehrten Seite grösser als im ventralen Theile. Doch erreichen besonders in der Gegend der Sehcommissuren auch die unten gelegenen Ganglienzellen dieselbe Grösse und denselben Charakter (Fig. 38). Bei geeigneter Conservirung (Fig. 35) sieht man den grossen Protoplasmaleib dieser Zellen sehr deutlich. Die Opticusfasern treten auch hier durch die Ganglienzellendecke, die obere und

mittlere Marksicht an die untere heran, einige Fasern konnte ich aber direct durch die untere Ganglienzellschicht hindurch in die Sehcommissuren eintreten sehen. Für das Verhalten dieser durchtretenden Fasern erweist sich ein Querschnitt (Fig. 35) sehr lehrreich; derselbe bleibt natürlich wegen der Wölbung des Ganglions nicht durchaus in einer Schicht. Wir sehen in demselben die durchtretenden Fasern (d. F.) als schwarze Punkte in Lücken der umgebenden Punksubstanz. Man sieht, dass die Nervenfasern im vorderen Theile dünner, die Lücken kleiner, hingegen viel zahlreicher sind. Im dorsalen Abschnitt liegen die Lücken in viel grösseren Abständen, sind grösser und besitzen derbere Nervenfasern in ihrer Mitte. Ob der Rand einer Lücke wirklich einer Nervenscheide entspricht, in der der Nerv flottirt, oder ob es sich um ein durch Schrumpfen des Nerven verursachtes Kunstprodukt handelt, muss ich dahingestellt sein lassen.

Betrachten wir nun die Verhältnisse des Sehganglions und des Auges im Zusammenhange, so ist es höchst wahrscheinlich, dass bloss die aus dem dorsalen Abschnitte des Ganglions entspringenden Fasern dem Opticus von *Sida* und *Daphnia* homolog sind, der ja auch in dieser Region seinen Ursprung nimmt. Die aus dem vorderen Theile entspringenden Fasern müssen wir als etwas Neues betrachten, das durch den eigenthümlichen Bau des Auges bedingt ist. Denn dass diese Verhältnisse etwa dadurch entstanden sein könnten, dass die im Embryo paarig angelegten Augen im Laufe der Entwicklung eine Drehung erfahren hätten, so dass schliesslich das eine Auge nach vorne, das andere nach rückwärts gelangt wäre und der vordere und hintere Sehnerv somit den beiden symmetrischen Sehnerven in der ersten Embryonalanlage entsprächen, lässt sich deshalb nicht annehmen, weil wir in der Entwicklung eine Andeutung einer derartigen Drehung nicht finden und die beiden Sehcommissuren, welche dieselbe doch mitgemacht haben müssten, ihre normale symmetrische Stellung ganz ebenso wie bei *Sida* bewahrt haben. Ein Anklang an die Durchkreuzung der Sehnervenfasern, wie sie für Insekten und Malacostracen so charakteristisch ist, lässt sich aber nicht verkennen: denken wir uns nämlich, dass die langen Einzelaugen des keilförmigen Abschnittes auf die normale Grösse reducirt, hierbei aber nach wie vor vom vorderen Theile des Sehganglions innervirt würden, so würden diese Fasern mit den

Fasern des hinteren Opticus ein Chiasma bilden, ähnlich demjenigen höherer Arthropoden. Ja es müsste dieses Chiasma auch in der Entwicklung von *Bithotrephes* in jenem Stadium auftreten, wo alle Einzelaugen noch gleichmässig entwickelt sind. In demselben liegt jedoch das Sehganglion dem Auge so dicht an, dass es mir nicht gelang zu entscheiden, ob Fasern schon vorhanden sind oder nicht. Den Zweck der eigenthümlichen Anordnung der Einzelaugen vermute ich in Folgendem: Die langen Einzelaugen des keilförmigen Abschnittes besitzen infolge des grösseren Durchmessers ihrer Crystallkegel ein viel grösseres Gesichtsfeld, als die kurzen Augen des kugelförmigen Abschnittes. Es ergibt sich also, dass nach hinten zu durch wenige lange Einzelaugen ein ebenso grosses Gesichtsfeld beherrscht wird wie durch viele kurze. Andererseits leuchtet ein, dass dadurch, dass die Lichteindrücke eines viel grösseren Bezirkes durch ein Einzelauge in einen Nervenreiz umgesetzt werden, die Schärfe der Wahrnehmung wesentlich beeinträchtigt ist. Nehmen wir jedoch an, dass das Thier nur von den rückwärts nahenden Feinden, die doch eine beträchtlichere Grösse haben müssen, als es selbst, benachrichtigt zu werden braucht, während es vorne und seitlich auf ein Erkennen der jedenfalls kleineren Beute angewiesen ist, so sehen wir in diesem Auge das Problem mit einer gegebenen Anzahl von Einzelaugen ein möglichst grosses Gesichtsfeld zu beherrschen und dabei auch noch den Lebensbedürfnissen des Thieres in Bezug auf Sehschärfe Rechnung zu tragen, in der vollkommensten Weise gelöst. Eine genaue physiologische Untersuchung wird hier gewiss noch sehr interessante Details zu Tage fördern.

An den Sehcommissuren ist bemerkenswerth, dass dieselben keine directe Verbindung zwischen der Punktsubstanz des Gehirns und derjenigen des Sehganglions herstellen, sondern aus der Ansammlung von Ganglienzellen an der unteren Seite des Sehganglions entspringen (Fig. 37, 38 O.C.). Jedoch kann man einige von den derberen Opticusfasern durch die Ganglienzellen hindurch in die Commissuren eintreten sehen. Die Punktsubstanz des Gehirns ist im Wesentlichen ähnlich angeordnet wie bei *Sida*. In den Hauptmarkballen fällt eine hintere Partie auf, die hauptsächlich derbere Fasern führt, die eine Fortsetzung der Sehcommissuren sind (Fig. 38). Der Centalkörper rückt hier

ganz an die Vorderwand des Gehirns, und liegen vor demselben keine Ganglienzellen (Fig. 38, 39 C. K.). In Folge dessen liegt der centrale Markballen nicht so sehr über als hinter ihm. An der oberen Seite des Gehirns ragt der Ganglienzellenbelag sehr tief in die Punksubstanz hinein (Fig. 37), so dass es auf Querschnitten häufig den Anschein gewinnt, als ob einzelne Zellen mitten in der Punksubstanz lägen (Fig. 39). An *Bythotrephes* gelang es mir auch, den Nerven für die Augenmuskeln zu finden (Fig. 39 A. M. N.), der hier entsprechend der stärkeren Entwicklung der Augenmuskeln ansehnlicher ist. Der Riechnerv entspringt an gewohnter Stelle trotz der hoch nach oben gerückten Riechantenne. Ueber einen Nackennerv konnte ich nichts ermitteln.

Durch zwei Muskeln der Oberlippe wird das Gehirn an seiner Basis in die zwei Schlundcommissuren getheilt (Fig. 40), welche sehr mächtig sind und eine Abgrenzung gegen das Gehirn nicht haben. Die Commissur ist mit auffallend grossen Ganglienzellen belegt und schwillt alsbald zum Ganglion der zweiten Antenne an, das in der gewöhnlichen Weise zwei Nerven an dieselben abgibt, die hier sehr nahe beisammen entspringen (Fig. 42). Das Antennenganglion reicht weit nach unten, so dass es in der Gegend, wo ventral bereits das retro-oesophageale Ganglion der Commissur aufliegt, dorsal und seitlich noch immer zu bemerken ist (Fig. 38, 41). Da auf das retro-oesophageale Ganglion unmittelbar das Mandibलगanglion folgt, so hat das Nervensystem hier ein concentrirtes und gewissermassen übereinandergeschobenes Aussehen. Das retro-oesophageale Ganglion (Fig. 41) hat dieselbe Lage wie bei *Sida* und besitzt eine Commissur. Knapp um den Oesophagus herum verlaufen die Oberlippennerven, die vor dem Oesophagus einen Beleg von Ganglienzellen besitzen, so dass man hier eigentlich nur von einem Oberlippenganglion sprechen kann, aus dem seitlich die Nerven entspringen (O. N.), die in ihrem Verlaufe auch wiederum Ganglien aufweisen. Aus Fig. 41 geht besonders klar hervor, wie sehr das retro-oesophageale Ganglion von der Schlundcommissur geschieden ist, so dass die retro-oesophageale Commissur nur auf ersteres bezogen werden kann. Dicht bei diesen und zwar mehr hinter als unter derselben befindet sich die Commissur des Mandibलगanglions. Letzteres (Fig. 44) liegt in der Basis der Mandibel selbst, da ja bei *Bithotrephes* die Maxille auf einen Stummel, der eine Borste trägt,

reducirt ist. Die hohe Lage der Commissur lässt sich auch hier durch die tiefe Spalte, welche in der Mittellinie die Ansätze der Mandibeln trennt, erklären. Am unteren Ende des Ganglions entspringt der Nerv (M. N.), der horizontal in die Mandibel verläuft. Vom Mandibelganglion aus zieht ein einfacher Nervenstrang (Fig. 38, 43) zu den Fussganglien und zeigt auch unter der Maxille keinerlei Anschwellung oder Ganglienzellenbelag. Die Ganglien der Fusspaare bilden starke cylindrische Stränge, welche auch an den Austrittsstellen der Nerven fast keine Anschwellung besitzen. Entsprechend der Zahl der Fusspaare finden sich vier einfache Commissuren; in der Gegend derselben entspringt der Seitennerv, etwas unter derselben die beiden Nerven für den Fuss; da die Bauchstränge schon unter dem dritten Beinpaare ihr Ende erreichen, so findet sich hier bereits die Commissur des vierten Beinpaares; die Nerven derselben entspringen am Ende des Bauchstranges und verlaufen in der Richtung desselben gegen den vierten Fuss. Die Fussganglienreihe von *Bythotrephes* ist offenbar schon als ziemlich concentrirt zu betrachten.

***Leptodora hyalina*, Lilljeborg.**

Dass bei *Leptodora* der eigenthümlichen Körperbildung entsprechend auch das Nervensystem eine Umgestaltung erfahren würde, liess sich wohl erwarten. Das Ganglion opticum und das Gehirn liegen unmittelbar unter dem Auge. Entsprechend der ausserordentlichen Länge des Kopfes sind auch die Schlundcommissuren sehr gestreckt; dieselben sind auffallend schwach. Unter dem Oesophagus finden sich die Ganglien der zweiten Antenne und der Mandibel, die der Schlundcommissur fast an gleicher Stelle dorsal und ventral aufsitzen (Fig. 52). Zwei Längscommissuren verbinden dieselben mit dem Bauchmark, das zu einer Platte äusserlich verschmolzen, unter dem zweiten Fusspaare liegt und in seiner Länge die Breite des Ansatzes dieses Fusses kaum übersteigt.

Das Ganglion opticum (Fig. 45) gewinnt seine Eigenthümlichkeit dadurch, dass es in der Höhendimension viel mehr entwickelt ist als bei anderen Formen; es hat die Gestalt eines Würfels, der nach unten durch eine halbkugelförmige Fläche

abgegrenzt ist. Es wird von zwei bis drei Reihen von Ganglienzellen umgeben, die einen deutlichen Protoplasmaleib zeigen. Die Punktsubstanz ist auch hier in drei Schichten gesondert, von denen jedoch keine eine höhere Differenzirung erlangt hat. Der Opticus tritt mit seinen Fasern aus der ganzen Breite des Sehganglions mit Ausnahme des vordersten Theils; die Fasern vereinigen sich bald zu einem lateral comprimierten Strange, der in einen dorsoventral verlaufenden Spalt des Auges eintritt. Im Ganzen hat der Opticus nicht einen direct nach oben, sondern nach oben und vorne gerichteten Verlauf (Fig. 45). Auch hier tritt ein Theil der Opticusfasern durch die obere Markschicht; in der mittleren Schicht ist der Verlauf der Fasern bereits wenig deutlich. Auf einem Querschnitte stellen sich die Fasern ganz ähnlich dar wie bei *Bythotrephes*, doch sind sie hier weit zarter. Das Gehirn (Fig. 46) hat eine birnförmige Gestalt und lässt von seinem bilateralen Bau äusserlich nichts mehr bemerken. Es ist durch zwei Commissuren mit dem Sehganglion verbunden; dieselben entspringen direct aus der Punktsubstanz des Sehganglions (Fig. 45 O. C.). Die Anordnung der Punktsubstanz schliesst sich im Wesentlichen an diejenige an, die wir bisher so typisch überall wiedergefunden haben. Wir sehen (Fig. 46) die beiden Hauptmarkballen, die durch eine über und eine unter dem Centralkörper verlaufende Commissur verbunden sind. Der Centralkörper hat seine gewohnte Lage; seine Form ist gedrungen. Seine Beziehungen zu seiner Umgebung konnte ich an einem Präparate gut erkennen, an dem künstlich eine Lockerung eingetreten war (Fig. 50). Wir sehen denselben durch einen Spalt von der darüberliegenden Punktsubstanz getrennt, und da die Abgrenzung des Centralkörpers eine ganz scharfe ist, so lässt sich durchaus nicht annehmen, dass hier etwa Fasern abgerissen wären. Unter demselben sind schon einige Ganglienzellen der vorderen Gehirnwand angeschnitten, hingegen tritt seitlich ein schwaches Faserbündel an den Centralkörper heran. Unter dem Centralkörper verbindet eine Punktsubstanzbrücke die beiden Riechcentra (Fig. 46, R. N.). Eine Eigenthümlichkeit von *Leptodora* besteht darin, dass sich über dem centralen Markballen noch eine Ansammlung von Punktsubstanz befindet (O. B.), die durch eine Schicht von Ganglienzellen von ersterem getrennt ist und meist auch allseitig von solchen umgeben wird. Die Ganglien-

zellen, welche in ein bis zwei Reihen an die Punktsubstanz grenzen, bieten keinerlei Eigenthümlichkeit.

Mehr Interesse nimmt eine Schicht von grossen Zellen in Anspruch, welche die ganze obere Hälfte des Gehirns bedeckt. Die Zellen (Figg. 47, 48, 49) sind von beträchtlicher Grösse, besitzen einen rundlichen bis ovalen grossen Kern und eigenthümliche Einschlüsse (E), welche in ihrer Form ausserordentlich wechseln. Bei Osmiumbehandlung besitzen sie eine intensiv dunkle Färbung, die jedoch nicht der charakteristischen Fettreaction entspricht, sondern mehr in's Braune spielt. Die Form ist sehr wechselnd: klumpen-, bisquit- oder bohnenförmig; häufig findet sich auch eine Form, die man am besten mit der einer Appendicularie vergleichen könnte (Fig. 49), ein kugeliges Kopf mit einem nach vorn geschlagenen Anhang. Mitunter besitzt der Einschluss im Innern wieder eine Figur von lichterer Färbung, welche die Form desselben in kleinerem Maassstabe wiederholt (Fig. 47). In einem Falle sah ich denselben sehr scharf als einen vierstrahligen Stern hervortreten (Fig. 48). In diesen Zellen kommen bei einigen Exemplaren grosse Vacuolen vor (Fig. 49), bei anderen fast gar keine. Die Vacuole kann den ganzen Raum der Zelle einnehmen, so dass man nur den plattgedrückten Kern an der Wand findet. Doch ist dieses Extrem nicht häufig. Es finden sich Uebergänge, wo sich neben einem Einschlusse auch eine Vacuole findet, während bei stark ausgebildeter Vacuole Einschlüsse fehlen. Zwischen den Zellen finden sich keine Zwischenräume, wie z. B. zwischen Ganglienzellen, die Zellen stossen aneinander und ist ihre Form davon auch beeinflusst, indem sie häufig vieleckig erscheinen. Weder auf Schnitten noch im isolirten Zustande lassen sie irgend welche Fortsätze erkennen. An die Punktsubstanz stösst dieser Deckzellenbelag nur am oberen Punktsubstanzballen (Fig. 46 o. B.). Doch kommt dies nur gelegentlich vor, und ist dieses Verhalten kein gesetzmässiges, da gewöhnlich auch dieser Theil der Punktsubstanz allseitig von Ganglienzellen umgeben ist. Die Sehcommissuren treten durch diese Schicht hindurch, ohne mit den Zellen irgend welche Verbindung einzugehen; in ihrem oberen Theile sind sie übrigens noch von Ganglienzellen des Sehganglions umgeben (Fig. 49, G. Z.). Als Ganglienzellen kann man diese Zellen unmöglich deuten; nach ihrer Lage und Form ist jede Beziehung zu nervösen Erregungs-

vorgängen höchst unwahrscheinlich. Ich enthalte mich jeder Vermuthung über die Bedeutung derselben, da sie noch in keiner Weise erschöpfend untersucht worden sind und insbesondere physiologische und entwicklungsgeschichtliche Beobachtungen über dieselben fehlen.

Aus der Unterseite des Gehirns, die eine conische Gestalt hat, treten die Schlundcommissuren in der Medianlinie dicht neben einander ab, und zwar auffallender Weise von Ganglienzellen und nicht von der Punksubstanz (Fig. 50 S. C.). Sie ziehen hierauf durch den langen Kopf und treten endlich in die beiden Kopffettlappen. Sie bilden über denselben keine Commissur. In den Fettlappen liegen sie unter der Begrenzungsmembran derselben und sind nur wenig abgeplattet.

Das Verhältniß des Ganglions der zweiten Antenne zum Mandibelganglion wird durch das Bild eines Sagittalschnittes (Fig. 52) leicht verständlich. Wir sehen das Ganglion der zweiten Antenne (G. A₂), welches der aus dem Fettlappen unter den Oesophagus tretenden Schlundcommissur rückwärts aufsitzt. Vorne tritt dieselbe in das Mandibelganglion (Md. G.); es ist dies offenbar eine Art Zusammenschiebung, wie wir sie schon bei Bithotrephes angedeutet gefunden haben. Das Mandibelganglion ist mit dem retro-oesophagealen Ganglion verschmolzen. An dem vorderen Theile desselben entspringt der Oberlippennerv (Fig. 52 O. N.), der sich um den Oesophagus nach vorne schlägt und über denselben das wenig ansehnliche Oberlippenganglion bildet. Seitlich tritt aus dem Mandibelganglion der Mandibelnerv (Fig. 51 M. N.). Die einzige Commissur, die sich hier findet, ist diejenige der Mandibelganglien (F. 51 C.); sie ist mit Ganglienzellen besetzt, trägt also einen ähnlichen Charakter wie die Commissuren im Bauchmark. Eine Commissur zwischen den Antennenganglien kann ich mit aller Bestimmtheit in Abrede stellen, auch ist das Antennenganglion als vollkommen gegen das Mandibelganglion abgegrenzt zu betrachten (Fig. 51). Aus demselben entspringt bloss ein Nerv für die zweite Antenne, was wohl mit den gleichen Verhältnissen bei der Fussinnervation in Beziehung zu bringen ist. Aus dem Mandibelganglion entspringt vorne ein dünner Bauchstrang (Fig. 51 B. S.), der, bloss aus Nervenfasern bestehend, dasselbe mit der Ganglienmasse der Beine verbindet. Ich habe ihn in Fig. 52 durch eine unterbrochene Linie an der

Stelle, wo er in den folgenden Schnitten zu sehen ist, angedeutet (B. S.). Ist es nun einerseits für das Antennen- und Mandibलगanglion charakteristisch, dass dieselben dem Oesophagus fest anliegen und mit ihrer Hülle mit dem Bindegewebe desselben verwachsen sind, so ist es eine Eigenthümlichkeit des Bauchstranges, dass derselbe im Perimysium der umgebenden Muskeln verläuft. An der Stelle, deren Querschnitt Fig. 54 wiedergibt, inseriren die dorsoventralen Muskeln an der Körperwand, während sich in einiger Entfernung davon zwischen denselben eine Sehne ausbreitet; in dem Winkel, den der Muskel mit dieser Sehne bildet, liegt von derselben vollständig umgeben der Bauchstrang. Diese Einrichtung, die offenbar sehr geeignet ist das Nervensystem in seiner Lage zu erhalten, war mir auch deshalb interessant, weil ich dadurch eine Fehlerquelle kennen lernte, die hier auch bei der sorgfältigsten Präparation ohne das Studium von Schnittserien nicht zu vermeiden ist. Da beim Flächenpräparat die Muskeln weggeschnitten sind, so machte es mir unbedingt den Eindruck, dass es sich hier um eine Nervencommissur handle und konnte ich mich erst durch genaues Studium der Schnittserien eines Besseren belehren.

Die Ganglien der Füße sind zu einer Platte verschmolzen, die Weismann sehr gut mit der Form eines Sternums vergleicht. Am Ansätze der Längsstränge, ziemlich platt, nimmt das Bauchmark nach unten immer mehr an Dicke zu, so dass es in der Gegend des Abganges des vierten Fussnerven einen fast kreisförmigen Querschnitt bietet (Fig. 56). Die Nerven für die drei ersten Beinpaare treten seitlich aus; während aber der Nerv des ersten Fusses einen nahezu horizontalen Verlauf hat, nähert sich die Richtung der folgenden Nerven entsprechend dem immer tiefer liegenden Ansätze der Beine mehr und mehr der verticalen. Die Nerven des 5. und 6. Beinpaares sind mit einander verschmolzen, entspringen am untersten Rande des Bauchmarkes und verlaufen senkrecht zu ihren Extremitäten; vom Nerven des sechsten Fusses endlich zweigt sich der Nerv für das Postabdomen ab. Während äusserlich die bilaterale Zusammensetzung der Fussganglienplatte gar nicht zu erkennen ist, ist dieselbe im inneren Baue des Ganglions deutlich ausgesprochen. Wir sehen zwei Längszüge von Punktsubstanz (Fig. 55), welche durch Ganglienzellen von einander getrennt werden. Entspre-

chend den Austrittstellen der Nerven finden sich Commissuren (Fig. 55, 56 C.) und zwar, wie man an Fig. 56 ersieht, etwas der dorsalen Seite genähert. Man sieht ferner, wie die Nerven für das 5. und 6. Fusspaar in der Punktsubstanz getrennt entspringen und sich erst an der Austrittsstelle des Nerven vereinigen. Auffallend sind grosse Ganglienzellen (Figg. 55, 56, gr. Z.), welche meist in der Einzahl an der Austrittsstelle der Nerven liegen. Dieselben besitzen einen grossen Protoplasmaleib, der sich sehr intensiv färbt, und einen kleinen Kern. Dass es sich hier um Ganglienzellen handelt, konnte ich daraus schliessen, dass ich in einem Falle einen deutlichen Nervenfortsatz an derselben beobachtete. Die Grösse der übrigen Ganglienzellen unterliegt beträchtlichen Schwankungen.

Litteratur.

Da von den Forschern, welche sich bisher mit diesem Thema beschäftigt haben, zum Theil andere Formen untersucht wurden als diejenigen, deren Nervensystem ich im Vorstehenden beschrieben habe, so sehe ich mich genöthigt, die Litteratur hier im Zusammenhange zu besprechen.

Der erste, der das Nervensystem der Cladoceren theilweise beschrieb, war Leydig¹⁾. Den Bauchstrang konnte er nicht sehen, im übrigen sind aber seine Abbildungen noch heute als mustergiltig zu betrachten und sind höchstens einige Details abweichend dargestellt, die übrigens grösstentheils bereits von Anderen berichtigt worden sind.

Der erste, der auch das Bauchmark einer Cladocere beschrieb, war Claus²⁾, der dasselbe bei *Evadne mediterranea* gesehen und präparirt hatte. Das Nervensystem dieser Art schliesst sich den Polyphemiden an.

1) Leydig, Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen. 1860.

2) Claus, Ueber *Evadne mediterranea* etc. Würzburg, Nat. Zeitschrift Bd. III, 1862.

Klunzinger¹⁾ bildet einen Theil des Bauchstranges von *Daphnia longispina* ab. Jedes Fussganglion ist durch zwei ziemlich weit abstehende Commissuren mit dem der anderen Seite verbunden.

G. O. Sars²⁾ stellt einige Fussganglien von *Sida* mit einfachen Commissuren dar.

P. E. Müller³⁾ giebt zwei Abbildungen des Nervensystems von *Leptodora*. Er hält den Fettkörper für ein Ganglion, zeichnet aber unter dem Oesophagus zwei Ganglien; da er im übrigen dieselbe Darstellung giebt wie später Weismann, kann ich auf die Besprechung letzterer Arbeit verweisen.

Weismann⁴⁾ sah die Deckzellen im Gehirn, bezweifelt aber deren zellige Natur; er giebt an, an derselben Stelle bei jugendlichen Individuen grosse Ganglienzellen gefunden zu haben. Die Angabe Weismann's, dass die Schlundcommissuren als gemeinsamer unpaarer Strang aus dem Gehirn entspringen und sich erst weit unten im Kopfe theilen, kann ich nicht bestätigen (Fig. 50). Desgleichen kann ich eine Commissur zwischen denselben vor dem Eintritt in den Fettkörper mit Bestimmtheit in Abrede stellen.

Das untere Schlundganglion beschreibt Weismann als aus zwei übereinander geschobenen Nervenknotten bestehend; wenn auch die in Fig. 5 von ihm gegebene Abbildung von einem jugendlichen Individuum mit meiner Darstellung vom erwachsenen Thiere sehr gut übereinstimmt, kann ich hingegen das Unterschlundganglion (Usg.), das er in Fig. 10 A abbildet, wegen seiner Grösse und Lage nicht für ein solches halten. Der Nerv der zweiten Antenne entspringt nach Weismann aus dem unteren Schlundganglion, was ihn sehr überrascht. Da er doch den Bau desselben als aus zwei Nervenknotten bestehend beschreibt, und

1) Klunzinger, Einiges zur Anatomie der Daphniden, nebst kurzen Bemerkungen über die Süsswasserfauna der Umgebung Cairos. Zeitschrift für wiss. Zool. XIV, 1864.

2) Sars, Norges Ferskvandskrebbyn I. Cladocera, Ctenopoda, Christiania 1865.

3) P. E. Müller, Danmarks Cladocera. Kjobenhaven 1867.

4) Weismann, Ueber Bau und Lebenserscheinungen von *Leptodora hyalina*. Zeitschrift für wiss. Zool. 1874.

dieses Verhalten auch in Fig. 5, wenn auch nicht so deutlich, zu sehen ist, so wundert es mich, dass er nicht den oberen Nervenknoten als Ganglion der zweiten Antenne in Anspruch nimmt. Ob sich übrigens Weismann das Unterschlundganglion als eine median verschmolzene Masse vorstellt, oder paarig, kann ich aus seiner Darstellung nicht entnehmen; eine Quercommissur ist wenigstens nicht erwähnt. Vom Bauchmark lässt Weismann sechs Nervenpaare ihren Ursprung nehmen, was, wie aus meiner Darstellung hervorgeht, wenigstens für das erwachsene Thier nicht zutrifft.

Claus¹⁾ beschreibt das Nervensystem des Genus *Daphnia* und legt hierbei hauptsächlich *Daphnia similis* zu Grunde. Bezüglich des Opticus wendet er sich gegen Weismann, der jene Fasern, welche aus dem Ganglion in das Auge ziehen, Opticus nennt, während Claus die Stränge, welche das Gehirn mit dem Sehganglion verbinden, als solchen bezeichnet wissen will und alles übrige als zur Retina gehörig ansieht; auch Spangenberg²⁾ gebraucht diese Bezeichnungen. Ich habe mich hierin Weismann angeschlossen und ausserdem die Verbindung des Gehirns mit dem Ganglion opticum als Sehcommissur bezeichnet, um dadurch diese gegen einander gut abgegrenzten Gebilde leicht unterscheiden zu können. Den Ausdruck Retina habe ich deshalb vermieden, weil derselbe, von Wirbelthieren entnommen, leicht zu Missverständnissen führt. Es bedarf ja nur des Hinweises darauf, dass dieses Gebilde bei Wirbelthieren, durch eine Gehirnausstülpung entstanden, absolut keine Homologisirung mit den Verhältnissen bei Arthropoden gestattet. Eine weitere Ansicht, die gleichfalls von Claus und von Spangenberg vertreten wird, geht dahin, dass an jedes Rhabdom eine den Theilstücken desselben entsprechende Zahl³⁾ von Primitivfasern her-

1) Claus, Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden und verwandter Cladoceren. Zeitschr. für wiss. Zool. XXVII, 1876.

2) Spangenberg, Das Centralnervensystem von *Daphnia magna* und *Monia rectirostris*. Habilit.-Schr. München 1877.

3) Claus giebt in dieser Arbeit die Zahl der Theilstücke der Rhabdome und Krystallkegel auf vier an, berichtigt dies jedoch in einer späteren Arbeit auf die richtige Zahl fünf.

antritt und dass daher durch ein Rhabdom eine dem entsprechende Anzahl verschiedener Lichteindrücke geleitet werden könne. Gegen diese Ansicht erheben sich physiologische Bedenken: wir müssen doch das Rhabdom als jenes Organ ansehen, in dem, ähnlich wie in den Zapfen und Stäbchen der Wirbelthierretina, der Lichteindruck in eine nervöse Erregung umgewandelt wird²⁾, und damit ist auch die Einzahl der Empfindung, die hier erzeugt wird, gegeben. Uebrigens erscheint mir auch das Herantreten von 5 Fasern nach dem Bilde, das ich bei *Bythotrephes* erhalten, nicht wahrscheinlich (Fig. 32). Im Sehganglion, das bei *Daphnia similis* offenbar complicirter gebaut ist, als bei *Daphnia sima*, will Claus im granulären Kern, der von peripherischen Ganglienzellen umlagert ist, keineswegs ausschliesslich Punktmasse, sondern auch dichtgedrängte Ganglienzellen gefunden haben, was ich nicht bestätigen kann. Auch im Innern des Gehirns glaubte Claus eine Anzahl von Ganglienkernen erkannt zu haben, die er ohne Schwierigkeiten herauspräparirte und sich von ihrer Zusammensetzung aus Zellen überzeigte. In einer späteren Arbeit³⁾ berichtigt er jedoch diese Ansicht, nachdem vorher schon Spangenberg sich gegen dieselbe ausgesprochen hatte, und giebt speciell von dem in der ersten Arbeit als oblonger Kern (Fig. 10, O. C.) bezeichneten Gebilde an, dass es mit dem für Arthropoden so charakteristischen Centralkörper identisch sei. Derselbe soll dadurch zu Stande kommen, dass in denselben Fasern der verschiedensten Richtung einstrahlen: ich glaube nachgewiesen zu haben, dass es sich hier um einen scharf abgegrenzten Kern von dichter Punktsubstanz handle, an den nur wenige Fasern herantreten. Die Nerven der Ruderantennen lässt Claus (Fig. 10) einem Ganglienpaare entspringen, das unter dem Schlunde gelegen und durch eine starke Commissur verbunden ist. Die beiden Nerven treten dicht beisammen aus und lassen durch ihren schief nach unten gerichteten Verlauf annehmen, dass die Ruderantenne weit unter dem Munde gelegen ist. Ich habe ein der-

1) Siehe Exner, Die Physiologie der facettirten Augen von Krebsen und Insekten. Leipzig u. Wien 1891.

2) Claus, Untersuchungen über die Organisation und Entwicklung von *Branchipus* und *Artemia* nebst vergleichenden Bemerkungen über andere Phyllopoden. Arb. aus dem zoolog. Institut zu Wien, Bd. II, 1886.

artiges Verhalten nie beobachten können. Unter den Mandibeln beschreibt Claus ein Ganglion, das Mandibeln und Maxillen innerviert, was mit dem von mir bei *Daphnia sina* gefundenen Verhältnisse übereinstimmen würde. In einer späteren Arbeit¹⁾ berichtigt er diese Angabe dahin, dass sich auch für die Maxille ein gesondertes Ganglion findet und betont die Schwierigkeiten, welche gerade diese Region der Untersuchung bietet. Nach letzterer Angabe würde sich also *Daphnia similis* mehr an *Sida* anschliessen. Schliesslich giebt er an, dass die Nerven der Tastborsten des Abdomens durch je zwei spindelförmige Ganglienzellen unter den Borsten treten, was offenbar von dem von mir bei *Sida* beschriebenen Verhalten principiell sehr abweicht.

In seiner Arbeit über die Polyphemiden²⁾ beschreibt Claus dem Ganglion des ersten Fusses anliegend ein Maxillarganglion, das ich mit Bestimmtheit in Abrede stellen kann. Hierbei bemerkt er, dass auch bei *Daphnia* das Maxillarganglion dem Ganglion des ersten Fusses anliege, was ich für *Sida* nicht bestätigen kann, wo dasselbe mit dem Mandibelganglion vereinigt, vom Ganglion des ersten Fusses aber sowohl durch seine Lage als durch eine Längscommissur deutlich abgegrenzt ist. Zu der stark schematischen Fig. 5 bemerke ich ferner, dass die Fussganglien viel weiter unter dem Maxillenrudiment liegen, als dies dort dargestellt ist. Desgleichen konnte ich die Commissur, die auf Fig. 5 die beiden Maxillenganglien verbindet, nicht auffinden, und habe ich auch die Commissuren aller Fussganglien einfach gefunden und nicht, wie Claus es für das erste und zweite Ganglion abbildet, doppelt. Auch liegen die Commissuren durchaus etwas höher, als die Austrittstellen der betreffenden Nerven und nicht tiefer. Am Auge hebt Claus die verschiedene Länge der Krystallkegel und Rhabdome hervor, worauf bereits Weismann³⁾ hingewiesen hatte, macht jedoch über den Bau der Augen keine genaueren Angaben.

1) Claus, Zur Kenntniss des Baues und der Organisation der Polyphemiden. Denkschr. der k. k. Akad. d. W., Math.-nat. Cl., 37. Bd. Wien 1877.

2) l. c.

3) l. c.

Gleichzeitig mit der Polyphemidenarbeit Claus' erschien eine Arbeit von Spangenberg¹⁾, in der eine eingehende Beschreibung über das Nervensystem der *Daphnia magna* gegeben ist, der sich eine Notiz über das von *Monia rechirostris* anschliesst; die Abhandlung entbehrt leider der Abbildungen. Einige Differenzpunkte habe ich bereits früher zu erwähnen Gelegenheit gehabt. Ich bemerke noch, dass er das Schlundnervensystem beschreibt, doch wurde ihm nach seiner eigenen Angabe das Verhältniss desselben zu den Schlundcommissuren nicht klar. Die retrooesophageale Commissur bezieht er auf das Ganglion der zweiten Antenne. Ferner fand er ein Maxillenganglion, das mit dem der anderen Seite durch eine Commissur verbunden war, was weder mit meinem Befunde bei *Sida*, noch bei *Daphnia sima* übereinstimmt. Die Ganglien findet er durchaus durch Doppelcommissuren mit einander verbunden. Da ich ein derartiges Verhalten niemals beobachtet habe, möchte ich nur darauf hinweisen, dass die quer unter dem Darne verlaufenden Muskelsehnen bei präparierten Bauchsträngen leicht eine Commissur vortäuschen können (s. Fig. 54). Von den Nervensträngen, welche zu den Tastborsten des Abdomens treten, sagt Spangenberg zwar an einer Stelle, dass sie „zu einer Ganglienmasse unter einander verschmelzen“, doch macht er später eine, wie mir scheint, dem widersprechende Angabe. Für *Moina* giebt er an, dass sich das Nervensystem eng an das von *Daphnia* anschliesse. Er konnte hier auch das Schlundnervensystem als einen die Mundöffnung umgebenden Ring auffinden. Ueber eine Commissur, die die Ganglien der zweiten Antenne verbinden sollte, macht er jedoch keine Angaben.

Vor Kurzem machte Wiedersheim²⁾ die Entdeckung, dass sich im Gehirne von *Leptodora* eigenthümliche Bewegungserscheinungen abspielen.

Ich³⁾ bezog diese Erscheinungen auf die Einschlüsse in den

1) l. c.

2) Wiedersheim, Ueber Bewegungserscheinungen im Gehirn von *Leptodora hyalina*. Anat. Anz. V. Bd., Nr. 23, 1890.

3) Samassa, Ueber eigenthümliche Zellen im Gehirn von *Leptodora*. Anat. Anz. II. Bd., Nr. 2, 1891.

Deckzellen des Gehirns und konnte mich aus diesem Grunde den weitgehenden Folgerungen, die Wiedersheim aus seinen Beobachtungen zog, nicht anschliessen.

Zusammenfassung.

Wenn ich aus diesen Untersuchungen allgemeine Schlüsse ziehen soll, so ist wohl von vornherein klar, dass dieselben nach der phylogenetischen Seite hin wenig Neues bringen werden. Die nahen Beziehungen der Cladoceren zu den echten Phyllopoden sind durch so viele morphologische Thatsachen so fest begründet, dass es weiterer Beweise wohl nicht bedarf. Dass von den Cladoceren *Sida* den Phyllopoden am nächsten steht, ergibt sich ebenso sehr aus der noch wenig rudimentären Gestalt der Maxille und aus der gestreckten Form des Abdomens, als aus dem Baue des Nervensystems. Was die phylogenetischen Verhältnisse unter den Cladoceren selbst anlangt, so wurde ja von Claus bereits in trefflicher Weise die Annahme Weismann's zurückgewiesen, dass man in *Leptodora* eine Urdaphnide vor sich habe, die am Ausgangspunkte der Cladoceren stehe; es genügt darauf hinzuweisen, dass auch das concentrirte und so ausserordentlich von dem der echten Phyllopoden abweichende Nervensystem eine Stütze für die Claus'sche Annahme bietet. Im Uebrigen schliesse ich mich der Ansicht Spangenberg's an, dass *Leptodora* sich bereits sehr früh von *Sida*-ähnlichen Formen abgezweigt hat, während die Entwicklung von *Bythotrephes* in anderer Weise sich eigenartig vollzog. Von Interesse ist schliesslich der Abschluss des Nervensystems durch eine dorsale Commissur bei *Sida*, was an die Verhältnisse bei *Peripatus* erinnert. Ziehen wir in Rücksicht, dass ein so bedeutender Kenner der Crustaceen wie Claus die Vermuthung aufstellt¹⁾, dass die Annelidenformen, von welchen Crustaceen und Tracheaten ihren Ursprung genommen haben, nahe verwandt sind, so wird man wohl dieser Rückencommissur eine gewisse Bedeutung zuschreiben dürfen. Doch

1) Claus, Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Arb. aus dem zool. Inst. zu Wien II. Bd., 1886.

müssten diese Verhältnisse erst bei echten Phyllopoden genauer untersucht werden, bevor sich daraus weitergehende Schlüsse ziehen lassen.

Sind nun die phylogenetischen Beziehungen zwar auch im Nervensysteme nicht zu verkennen, so tritt uns doch andererseits eine gewisse Mannigfaltigkeit in demselben entgegen, der wir unsere Aufmerksamkeit zuwenden wollen. Wir sehen, wie ausserordentlich das Nervensystem von der äusseren Form und von der Lage und Gestaltung der anderen Theile und Organe beeinflusst wird. Es handelt sich um ein eminent anpassungsfähiges Organ. Das Gehirn, das bei *Daphnia* durch nichts behindert hinter dem Sehganglion liegt, ist bei *Sida* durch den steilen Verlauf des Oesophagus fast vor dasselbe geschoben; der Opticus, der bei ersterer einen nahezu horizontalen Verlauf hat, steigt bei letzterer vertical zum Auge empor. Während bei *Sida* die Schlundcommissuren schief von vorne nach hinten verlaufen, ist bei *Daphnia* gerade das umgekehrte der Fall. Wir beobachten bei *Sida* eine bandartige Abplattung der Commissur, die durch Raumbeengung herbeigeführt wird. Während bei *Sida* die Bauchcommissuren einen stark bogenförmigen Verlauf haben, liegen dieselben bei *Daphnia* mit den Ganglien in einer Ebene. Bei *Sida* treten die Nerven für die Füsse ventral aus, während bei *Daphnia* die seitliche Verlagerung der Beine einen lateralen Nervenursprung bedingt. Das Antennenganglion und die Unterschlundganglien, die bei *Sida* scharf von einander abgegrenzt sind, sind bei *Bythotrephes* äusserlich zu einer Masse zusammengeschoben, was bei *Leptodora* einen noch viel höheren Grad erreicht. Die Längscommissur, die das Mandibelganglion mit den Fussganglien verbindet, ist bei *Sida* und *Daphnia* kurz und besitzt Ganglienzellen, während sie bei *Bythotrephes* und *Leptodora* lang und verschmälert ist und des Ganglienzellenbelags entbehrt. Während diese Thatfachen nur Verlagerungen des Nervensystems betreffen, glaube ich auch solche anführen zu können, welche das Verschwinden einzelner Teile des Nervensystems im engsten Zusammenhange mit der Umgestaltung und Rückbildung von Gliedmassen oder anderen Veränderungen im Körperbau beweisen. Entsprechend der im Vergleich zu den echten Phyllopoden wenig ausgebildeten Maxille ist das Ganglion derselben bei *Sida* mit

dem Mandibularganglion fast verschmolzen und nur durch eine kleine Anschwellung angedeutet. Offenbar infolge der mechanischen Behinderung durch die tiefe Bauchrinne hat es jedoch die Commissur bereits verloren. Infolge der weiteren Reduction der Maxille bei den übrigen von mir untersuchten Arten ist bei denselben auch jede Andeutung des Ganglions verschwunden. Bei *Leptodora* ist infolge der allgemeinen Concentration des Nervensystems das Mandibelganglion mit dem retro-oesophagealen Ganglion verschmolzen und die Quercommissur dieses Ganglions, die jetzt offenbar bei der Nähe der Mandibelcommissur überflüssig geworden ist, verschwunden.

Ein weiterer Schluss, den ich aus den mir vorliegenden Beobachtungen ziehe, ist, dass das Nervensystem immer das Bestreben hat, sich zu concentriren, und dieser Tendenz auch folgt, sobald es die übrigen Verhältnisse, insbesondere der im Körper vorhandene Raum, gestatten. Den ersten Grad einer derartigen Concentration sehe ich bei *Daphnia* darin, dass die Commissuren hier unregelmässig werden und auch Ganglienzellen besitzen; es ist aber leicht zu ersehen, dass eine stärkere Concentration in Form eines Aneinanderrückens der Bauchstränge durch die Bauchrinne verhindert werden würde. Die Verschmelzung der Fussganglien von *Bythotrephes* bietet einen weiteren Beitrag zu diesem Punkte. Bei *Leptodora* finden wir die Concentration in ihrer höchsten Ausbildung, indem hier das Bauchmark räumlich in keiner Weise beengt, zu einem in dorsoventraler Richtung beträchtlich dicken Knoten wird. Der Grund dieser Erscheinung mag wohl darin zu suchen sein, dass je kürzer die Commissuren sind, desto mehr Material am Aufbaue des Körpers erspart und vielleicht auch die Function der Nervencentren verbessert wird, und dass also diese Ersparniss sogleich eintritt, wenn der Bau des Körpers dies gestattet. Dass aber diese Concentration z. B. bei *Sida* nicht stattfinden kann, wird durch die starke Ausbildung der Bauchrinne leicht begreiflich, die für die Nahrungszufuhr eine so hohe Bedeutung hat. Dieser Tendenz muss in dem Umstande eine Grenze gesetzt sein, dass durch die dadurch bedingte übermässige Verlängerung der zu den Füßen ziehenden Nerven die Vortheile wieder aufgewogen werden. *Leptodora* scheint hart an dieser Grenze zu stehen. Die im Vorstehenden erörterten Thatsachen drängen zu dem Schlusse, dass das Nervensystem der Cladoceren

grosser Veränderungen und Anpassungen fähig ist, die in enger Correlation mit der Umgestaltung des übrigen Körpers stehen.

Von diesem Standpunkte aus kann ich mich Claus und Spangenberg nicht anschliessen, wenn ersterer bei *Bythotrephes* ein Ganglion mit Commissur und einen Nerven von beträchtlicher Grösse für eine auf einen Stummel reducirte Maxille gesehen haben will oder Spangenberg das Fehlen eines Ganglions für die beim erwachsenen Thiere gar nicht vorhandene zweite Maxille auffallend findet. Ziehen wir aus dieser Auffassung die Consequenz, so kommen wir ohne weiteres zur Annahme von Ganglienzellen und Nervenfasern ohne Function, deren Existenz mir nicht wahrscheinlich erscheint. Ein ähnlicher Gedankengang leitet Spangenberg, wenn er die zarte retrooesophageale Commissur für das Ganglion der zweiten Antenne in Anspruch nimmt und daraus den postoralen Charakter dieser Gliedmasse ableitet. Ein Vergleich dieser Commissur mit denjenigen der Fussganglien beweist, dass dieselbe unmöglich den physiologischen Bedürfnissen eines so grossen Ganglions wie das der zweiten Antenne genügen könne. Wenn also jemals eine Commissur unter dem Ernährungs-canal bestanden haben sollte, so ist dieselbe offenbar mit der Verlagerung der Antenne einer näheren Verbindung gewichen, die ich auch im Gehirn nachzuweisen in der Lage war; welche Aufgabe sollte aber dann noch eine Commissur hinter dem Oesophagus haben?

In Bezug auf histologische Fragen nach dem Baue der Punktsubstanz, dem Ursprung der Nerven etc. enthalte ich mich jeder Aeussderung; es wäre gerade jetzt, wo durch neue Methoden und neue Gesichtspunkte grosse Umwälzungen auf dem Gebiete der Nervenlehre bevorzustehen scheinen, ein müssiges Beginnen, diese Fragen an einem so ungünstigen Objecte wie das vorliegende lösen zu wollen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel V, VI u. VII.

Tafel V.

Sida crystallina, Straus.

- Fig. 1. 100f. Frontalschnitt. Kopf.
Fig. 2. 100f. Querschnitt. Sehcommissuren.
Fig. 3. 100f. Querschnitt. Gehirn.
Fig. 4. 100f. Querschnitt. Gehirn.
Fig. 5. 100f. Querschnitt. Schlundcommissuren.
Fig. 6. 365f. Querschnitt. Grosse Ganglienzellen am Boden des Gehirns.
Fig. 7. 100f. Frontalschnitt. Gehirn.
Fig. 8. 100f. Sagittalschnitt. Kopf.
Fig. 9. 100f. Frontalschnitt, etwas abweichend. Ursprung des Nerven der 2. Antenne.
Fig. 10. 100f. Querschnitt. Schlundcommissuren.
Fig. 11. 100f. Querschnitt. Ganglion des 1. Fusses.
Fig. 12. 100f. Querschnitt. Retrooesophageales Ganglion.
Fig. 13. 100f. Sagittalschnitt. Retrooesophageales und Oberlippenganglion.
Fig. 14. 220f. Sagittalschnitt. Ganglien des 2.—4. Fusspaares.
Fig. 15. 100f. Sagittalschnitt. Ganglien der Mandibel und Maxille.
Fig. 16. 100f. Querschnitt. Maxillenganglion.
Fig. 17. 100f. Querschnitt. Ganglion des 6. Fusses.
Fig. 18. 100f. Querschnitt durch das Postabdomen.
Fig. 19. 220f. Ganglion der Steuerborsten.

Tafel VI.

- Fig. 20. 100f. Querschnitt. Ganglion des 2. Fusses.
Fig. 21. 100f. Sagittalschnitt. Ganglion des 4. und 5. Fusses.
Fig. 22. 100f. Schematische Darstellung des Bauchmarks (nach Querschnitten reconstituirt).

Daphnia sima, O. F. Müller.

- Fig. 23. 100f. Frontalschnitt. Gehirn und Sehganglion.
Fig. 24. 100f. Querschnitt. Gehirn.
Fig. 25. 100f. Querschnitt. Gehirn.
Fig. 26. 100f. Querschnitt. Gehirn und unpaares Auge.
Fig. 27. 100f. Sagittalschnitt. Gehirn und unpaares Auge.
Fig. 28. 100f. Sagittalschnitt. Gehirn und Schlundcommissur.
Fig. 29. 220f. Frontalschnitt. Kopf eines Embryo.
Fig. 30. 220f. Frontalschnitt. Ursprung der Nerven der 2. Antenne.
Fig. 31. 100f. Sagittalschnitt. Gehirn und Schlundcommissur.
Fig. 32. 100f. Querschnitt. Mandibelganglion.
Fig. 33. 100f. Frontalschnitt. Vorderer Theil des Bauchmarkes.
Fig. 34. 100f. Frontalschnitt. Hinterer Theil des Bauchmarks.

Bythotrephes longimanus, Leydig.

- Fig. 35. 220f. Querschnitt. Sehganglion.
 d. A. = dorsaler Abschnitt des Sehganglions.
 v. A. = ventraler " " "
- Fig. 36. 100f. Sagittalschnitt. Auge und Sehganglion.
 d. A. = dorsaler, v. A. = ventraler Abschnitt des Sehganglions; h. O. = hinterer, v. O. = vorderer Opticus.
- Fig. 37. 100f. Frontalschnitt. Kopf.

Tafel VII.

- Fig. 38. 100f. Sagittalschnitt. Nervensystem.
 v. O. = vorderer, h. O. = hinterer Opticus.
- Fig. 39. 100f. Querschnitt. Gehirn.
 A. M. = Augenmuskel, A. M. N. = Augenmuskelnerv.
- Fig. 40. 100f. Querschnitt. Schlundcommissur.
- Fig. 41. 100f. Querschnitt. Retrooesophageales u. Oberlippenganglion.
- Fig. 42. 100f. Querschnitt. Ursprung der 2. Antenne.
- Fig. 43. 100f. Querschnitt. Bauchstrang zwischen Mandibel u. 1. Fussganglion.
- Fig. 44. 100f. Querschnitt. Mandibelganglion.

Leptodora hyalina, Liljeb.

- Fig. 45. 220f. Sagittalschnitt. Sehganglion.
- Fig. 46. 100f. Frontalschnitt. Gehirn.
 o. H. = oberer Markballen.
- Fig. 47. 365f. Deckzellen des Gehirns.
- Fig. 48. 365f. Deckzelle des Gehirns.
- Fig. 49. 100f. Querschnitt. Gehirn.
 V. = Vacuole.
- Fig. 50. 100f. Frontalschnitt. Gehirn.
- Fig. 51. 100f. Frontalschnitt. 2. Antennen- und Mandibelganglion.
- Fig. 52. 100f. Sagittalschnitt. Bauchmark.
 U. L. = Unterlippe.
- Fig. 53. 40f. Flächenpräparat. Bauchmark.
- Fig. 54. 100f. Querschnitt. Bauchstrang.
- Fig. 55. 100f. Frontalschnitt. Bauchstrang.
- Fig. 56. 100f. Querschnitt. Bauchstrang.

A. Auge.
 A₁. 1. Antenne.
 A₂. 2. Antenne.
 A. N. Analnerv.
 B. Bauchmark.
 B. o. Steuerborste.
 B. D. Blinddarm.
 B. G. Borstenganglion.

B. R. Bauchrinne.
 B. S. Bauchstrang.
 C. Commissur.
 c. B. centraler Markballen
 C. K. Centralkörper.
 D. Darm.
 d. F. durchtretende Fasern.
 D. Z. Deckzellen.

- e. D. einzellige Drüsen.
 F_{1, 2, 3, 4} 1., 2., 3., 4. Fuss.
 F. M. Fussmuskulatur.
 F. N. Frontalnerv.
 F. K. Fettkörper.
 G. Gehirn.
 G. A₂ Ganglion der 2. Antenne.
 G. F_{1, 2} ... Ganglion des 1., 2. ... Fusses.
 gr. Z. grosse Ganglienzelle.
 G. Z. Ganglienzelle.
 H. B. Hauptmarkballen.
 H. M. Hüllmembran.
 H. K. Hypodermiskern.
 K. Kern.
 K. K. Krystallkegel.
 K. W. Körperwand.
 l. N. lateraler Nerv.
 L. M. Längsmuskulatur.
 M. Muskel.
 M. A₁ Muskel der 1. Antenne.
 M. A₂ Muskel der 2. Antenne.
 Md. Mandibel.
 Md. G. Mandibularganglion.
 M. M. Mandibelmuskel.
 M. N. Mandibelnerv.
 m. M. mittlere Markschrift.
 m. N. mittlerer Nerv.
 M. O. Oberlippenmuskel.
 Mx. Maxille.
 Mx. G. Maxillenganglion.
 Mx. M. Maxillenmuskel.
 N. Nerv.
 N. A₂ Nerv der 2. Antenne.
 N. B. Nervenbündel.
 N. E. Nervenendigung.
 N. F. Nervenfasern.
 N. N. Nackennerv.
 O. Opticus.
 o. C. obere Hirncommissur.
 O. C. Commissur zwischen Sehganglion und Gehirn.
 Oe. Oesophagus.
 Oe. M. Oesophagusmuskel.
 O. G. Oberlippenganglion.
 O. L. Oberlippe.
 O. L. M. Oberlippenmuskel.
 o. M. obere Markschrift.
 o. N. oberer Nerv.
 O. N. Oberlippennerv.
 P. B. Pigmentbecher.
 P. S. Punktsubstanz.
 r. C. retrooesophageale Commissur.
 r. G. retrooesophageales Ganglion.
 R. C. Riechcentrum.
 R. N. Riechnerv.
 R. Rhabdom.
 S. Sehne.
 S. C. Schlundcommissur.
 S. G. Sehganglion.
 s. N. seitlicher Nerv.
 S. P. Stützplatte.
 u. A. unpaares Auge.
 u. C. untere Hirncommissur.
 u. M. untere Markschrift.
 u. N. unterer Nerv.