

ZUR KENNTNIS DES NERVENSYSTEMS DER DAPHNIDEN.

Taf. XXXIV.

Die Golgi'sche Chromsilbermethode, welche wenigstens bei einigen Evertibraten, v. a. den Oligochäten, über den Bau des Nervensystems schöne Ergebnisse geliefert hat, ist bei den Krebstieren mehrmals geprüft worden, ohne sich jedoch auf diesem Gebiete gut zu bewähren. Ich selbst habe sie hier mehrmals, sowohl bei grösseren als kleineren Vertretern der Klasse der Crustaceen, ohne entsprechenden Erfolg intensiv geprüft; das einzige, was mir, wie kurz vorher vom RATH, in dieser Hinsicht gelang, war eine gute Färbung der peripherischen Sinnesnervenzellen, v. a. bei *Astacus* und *Niphargus* (vom RATH, 1894) sowie bei *Palaemon*, *Diaptomus* und *Cyclops* (ich, 1895) zu erlangen. Es gelang uns, diese Färbung in den Abdominalbeinen, den Telsonplatten, den Palpen und Tastern der Mandibeln, sowie ganz besonders in den Antennen der Copepoden zu bekommen. Mittelst dieser sowohl als mit der Methylenblaumethode wurde dargetan (vom RATH, ALLEN, BETHE, ich), dass der unverzweigte distale Fortsatz dieser bipolaren Sinnesnervenzellen in der Regel in die Tastaare eintritt und eine Strecke weit in ihnen verläuft, zuweilen aber im Abdominalanhang dies nicht tut, sondern an der Haarwurzel endigt; der proximale Fortsatz der Zelle, ebenfalls unverästelt, liess sich bis in ein Ganglion der zentralen Ganglionkette verfolgen; wie er sich aber weiter verhielt, blieb, trotz eifriger Versuche bei diesen Tieren, unermittelt. Alle meine Experimente mit der Färbung der Elemente der zentralen Ganglien mittelst der Golgi'schen Methode scheiterten. Ich bemühte mich besonders bei den Copepoden und Ostracoden, sowie bei den Cladoceren, eine solche Färbung zu bekommen, weil ich hoffte, gerade bei diesen kleinen Tieren in toto, ohne Schneiden, eine bessere Übersicht der Bauverhältnisse zu gewinnen, aber vergebens.

Im letzten Sommer fand ich in der Nähe der schwedischen zoologischen Station Kristineberg einen Brunnen, in dem Daphniden zu Tausenden lebten. Ich konnte nun nicht umhin, die alten Versuche noch einmal aufzunehmen. Diesmal gelang es mir, in dem so reichlichen Materiale hin und wieder eine Reihe schöner Färbungen der Nervenlemente zu bekommen. Bevor ich die Untersuchung zum gewünschten Ziel führen konnte, verschwanden jedoch nach einer durch einen heftigen Regenguss verursachte Überfüllung des Brunnens auf einmal alle Daphniden und kamen nicht zurück. Infolgedessen wurde meine Untersuchung plötzlich unterbrochen.

Da ich jedoch einige interessante Befunde erhalten hatte, und ich nicht weiss, wann ich diese Studien wieder aufnehmen kann, veröffentliche ich hier, was ich gefunden habe, obwohl es nur Bruchstücke sind.

Die Daphniden besitzen im ganzen nur wenige sicher als solche dargelegte *Sinnesorgane*. Abgesehen von dem grossen, aus zwei Augen verschmolzenen *Stirnauge* und dem rudimentären und noch unerklärten *Medianauge* sowie einem eigentümlichen, etwas dubiösen *Nackenorgan* kennt man nur die paarigen *Tastantennenorgane* und einige im ganzen spärliche Sinneszellen in dem zweiten Antennenpaar sowie in den Tastborsten des Abdomens (CLAUS). In erster Linie wünschte ich nun, die Nervenbahnen in den *Tastantennen* und ihr Verhalten zum Gehiruganglion zu erledigen und dann noch, so weit möglich, die übrigen Sinnesorgane zu untersuchen.

Da es nicht meine Absicht ist, die Organisation des gesamten Nervensystems der Daphniden, sondern nur einige Abschnitte, gewisse Punkte derselben, hier zu behandeln, so werde ich nicht die ganze einschlägige Literatur referieren und besprechen, sondern nur das für meinen Gegenstand Nötige anführen.

Nachdem LEYDIG¹⁾ in seiner grossen Monographie im J. 1860 auch die Organisation des Nervensystems der Daphniden in eingehender Weise beschrieben und WEISMANN²⁾ in seiner Arbeit über den Bau der *Leptodora hyalina* in Bezug auf den Bau der Cladoceren manches hinzugefügt und berichtigt hatte, unterwarf CLAUS³⁾ in einer wichtigen Abhandlung über den Bau der Daphniden auch die Frage von der Organisation des Nervensystems einer genauen Prüfung. Aus dieser seiner Arbeit mag hier folgendes angeführt werden. Das *Gehirn* besteht aus zwei unter sich durch einen ansehnlichen, selbstständige Zentren enthaltenden Zwischenabschnitt verbundenen Ganglien; von diesem unpaaren Abschnitt des Gehirns entspringen die beiden (paarigen) Nerven des unpaaren Auges (des Nebenauges oder Augenfleckes) und des frontalen Sinnesorgans, sowie die starken Nervenpaare, welche nach der Nackengegend ziehen und hier mit den grossen Ganglienzellen unter der Haut enden. Die Seitenlappen des Gehirns gehen mit ihren beiden Schenkeln dorsalwärts in die kurzen breiten Stämme des *Ganglion opticum* über, während der zarte Antennennerv weit abwärts auf einer kleinen ventralen Erhebung entspringt. Das *Sehganglion* (der ganglionäre Teil) der Retina besteht aus einem den Hirnschenkeln entspringenden untern (bei *Daphnia* paarigen) und aus einem obern (unpaaren) Abschnitt. Dieser, von peripherischen Ganglienzellen umlagert, enthält nicht in seinem Kern ausschliesslich Punktmasse, sondern dicht gedrängte Ganglienzellen sowie durchstrahlende Faserzüge.

In Betreff der Struktur des Gehirns hatte LEYDIG hervorgehoben, dass die Mitte, der »Kern« desselben, aus einer feinen Punktmasse bestehe, und erst um diese herum, einer Rindenschicht gleich, die verhältnismässig kleinen Kerne lagern. Gegen diese Auffassung betont CLAUS, dass nicht Punktsubstanz, sondern ganz bestimmt geformte paarige und unpaare *Ganglienkerne*, von der »Rindensubstanz umlagert, vornehmlich aus dicht zusammengedrängten Ganglienzellen bestehend und durch Faserbrücken miteinander verbunden, Nervenfasern in die periphere Rinde entsenden«. Er zeichnet im Innern jedes Seitenlappens drei solcher Ganglienzellkerne, einen grossen und zwei kleinere. Aber auch in dem medianen Abschnitt des Gehirns liegen Ganglienzellkerne. »Die zu den sog. Tastantennen verlaufenden Nerven durchsetzen bekanntlich innerhalb der Antennen ein kleines Ganglion und treten dann zu den blassen LEYDIG'schen Cuticularfäden, deren jeder eine Faser empfängt«. Die terminale Gruppe von kleinen rundlichen Kernen aber, welche an der Antennenspitze unterhalb der Haut bemerkbar wird, dürfte nicht auf ein zweites Ganglion zu beziehen sein, wie dies WEISMANN für *Leptodora* darstellt, sondern der Matrix des Fadenbündels angehören. Die Zahl und Gestaltung der (8—9) Riechfäden des Männchens weicht von denen der Weibchen in keiner Hinsicht ab; die Anhänge enthalten eine Fortsetzung der Nervenfasern.

Die *Nerven der grossen Ruderantennen* treten weit abwärts und erst unterhalb des Schlundes aus der »unteren Hirnportion« LEYDIG's (der unteren gangliösen Anschwellung der Schlundkommissur); es gibt aber noch ein Paar für diese Antennen bestimmte Nerven, die noch weiter hinten austreten.

Die *Bauchganglien* ist schwer zu beobachten; es gelingt jedoch, die schwachen Anschwellungen der weit auseinander gerückten Seitenstränge sowie ihre zarten Querkommissuren nachzuweisen. Ausser den bereits durch KLUNZINGER bei den Estherien beschriebenen gangliösen Anschwellungen der Beinpaare fand CLAUS noch ein Ganglion dicht unter den Mandibeln (Morina). Aus dem kleinen Ganglion des letzten Beinpaars schienen ihm jederseits die langen Nerven der Tastborsten des Abdomens zu entspringen, die schräg über den Darmkanal herablaufen und vor ihrem Eintritt in den Matrikalkörper der Kutikularanhänge je zwei spindelförmige Ganglienzellen durchsetzen.

Wie oben erwähnt, ging ich von dem Studium des dem ersten Antennenpaar — den beiden sog. *Tastantennen* — der Daphniden angehörigen Sinnesorgans aus. Schon lange war dies paarige Organ als ein Sinnesorgan erkannt. LEYDIG und CLAUS hatten in ihm ein kleines Ganglion beschrieben, welches mit je einem hinzutretenden Nerven in Verbindung stände, der dann seine Fasern in die feinen Sinnesborsten aussendete. Wie oben referiert wurde, stellte CLAUS die Sache mit folgenden Worten dar: »Die zu den sog. Tastantennen verlaufenden Nerven durchsetzen bekanntlich innerhalb der Antennen ein kleines Ganglion und treten dann zu den blassen LEYDIG'schen Cuticularfäden, deren jeder eine Faser empfängt.« Das eigentliche Verhalten der Nervenfasern zu den Ganglienzellen ist hierdurch nicht erklärt; man liess nur die Nerven die Ganglien durchsetzen.

Es ist v. a. das Verdienst von RATH's, in mehreren Mitteilungen (1886—94) bei verschiedenen Arthropoden zuerst nachgewiesen zu haben, dass die peripherischen unter den Sinneshaaren der Haut gelegenen Ganglien aus Sinneszellen zusammengesetzt sind, von denen der zentrale Fortsatz zu einem zentralen Ganglion verläuft und der periphere Fortsatz in ein Sinneshaar eintritt. Bei meinen speziell hierauf angelegten Untersuchungen mittels der

¹⁾ FR. LEYDIG, *Naturgeschichte der Daphniden*. Tübingen 1860.

²⁾ A. WEISMANN, *Ueber Bau und Lebenserscheinungen von Leptodora hyalina*. Leipzig 1874.

³⁾ C. CLAUS, *Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden und verwandter Cladoceren*. Zeitschr. f. wiss. Zool., 27. Band, 1876.

Ehrlich'schen und der Golgi'schen Methode konnte ich, nachdem ich früher diesen Bau nicht darzutun vermocht hatte, denselben bei verschiedenen Krebstieren als ganz richtig anerkennen.

A priori was es also anzunehmen, dass auch in den Tastantennen der Daphniden diese Anordnung nachzuweisen wäre. In meinen im letzten Sommer gemachten Golgipräparaten gelang es mir bald, diese Tatsache darzutun. In dem sog. Ganglion jeder Tastantenne waren etwa neun oppositipol bipolare Sinneszellen oder Sinnesnervenzellen, nach meiner Bezeichnung, vorhanden. Da sie hier dicht gedrängt liegen und z. T. einander decken, ist es ziemlich schwierig, sie sicher zu zählen, obwohl die kernhaltigen Zellenkörper in der Regel nicht alle in demselben Niveau liegen. Gewöhnlich färben sich durch die Golgibehandlung, wenn die Färbung eintritt, nur einzelne von diesen Zellen, bald nur eine, bald zwei, drei, vier usw. Zuweilen werden aber auch alle gefärbt, aber dann erscheint das ganze Ganglion so dunkel, dass man die einzelnen Zellen nicht sicher sehen und zählen kann. In den Fig. 5, 8, 10, 11, 12, 13 sind auf der Tafel teils einzelne (Fig. 11, 12), teils zwei (Fig. 5, 10), teils drei (Fig. 8), teils vier (Fig. 13) dieser bipolaren Zellen aus je einem Ganglion in Golgifärbung wiedergegeben. Der eigentliche »Körper« dieser Zellen ist zum grössten Teil von dem ovalen Kern gefüllt; vom peripherischen Ende läuft ein zarter Fortsatz in die röhrenförmige Antenne aus und tritt nach einer kleinen körnchenförmigen Verdickung in je einen der sog. Leydig'schen Kutikularfäden, welche sehr zarte, frei herausragende Chitinröhren sind (in Fig. 5 sind 5 dieser in der Regel neun ausmachenden Röhren skizziert). Wie CLAUS angibt, treten in der Tat die Nervenfasern als äusserst feine Fäserchen in je ein solches Röhren hinein, und man kann sie sogar bei gelungener Färbung bis an ihr peripherisches Ende spüren; das Nervenfascherchen füllt aber nicht, wie CLAUS meinte, das Röhren aus, ist vielmehr viel feiner als das Lumen des Röhrens. Die Fig. 11 und 13 zeigen diese peripherischen Nervenzellen in gefärbtem Zustande; in Fig. 10 ist nur ihr Anfang gefärbt; in Fig. 8 und 12 sind diese Enden nicht gefärbt; man sieht nur die Knöpfchen, von denen sie auslaufen sollen. Wie man sieht, konvergieren die Zellenfortsätze von dem kernführenden Zellenkörperteil nach der eigentlichen Antennenspitze zu, von der die Leydig'schen Röhren auslaufen. Das Ganglion ist am dicksten da, wo die Zellkerne liegen; die peripherischen Fortsätze liegen aber nicht dicht gedrängt, sondern durch eine nicht gefärbte, helle Substanz voneinander getrennt.

Die zentralen Fortsätze der bipolaren Zellen konvergieren aber noch schneller und legen sich bald nahe zusammen (Fig. 13), so dass das ganze sog. Ganglion hierdurch eine spindelförmige Gestalt bekommt. Diese Fortsätze sind ebenfalls durch eine helle Substanz voneinander geschieden; sie sind noch feiner als die peripherischen Zellenfortsätze, zuweilen sogar fein varikös in gefärbtem Zustande. Wie erwähnt, legen sie sich bald zusammen und bilden ein dichtes Bündel, welches in einem schwachen Bogen etwas über den oberen Kopfboden nach hinten verläuft; sie sind von einer zarten Hülle umgeben, und ihr strangförmiges Bündel tangiert die Zilien des Zylinder-epithels, welches diesen Kopfboden bekleidet, wie es in Fig. 5 skizziert ist. Das Bündel zieht nach der unteren-vorderen Ecke je einer Seitenhälfte des grossen Hirnganglions (Fig. 5 g), und tritt hier in eine hervorragende Partie desselben hinein; diese Ganglionpartie besteht aus einer Anzahl von kleinen unipolaren Nervenzellen, zwischen welche die Fasern des Bündels hineinziehen.

Da ich ganz besonders darauf gespannt war, das Verhalten dieser zentralen Fortsätze der bipolaren Sinnesnervenzellen zu erforschen, wandte ich meine Aufmerksamkeit auf dieses Problem. Ich erhielt in der Tat eine grosse Menge von Präparaten, welche dasselbe erläuterten. In hunderten von guten Färbungen sah ich immer ein gleiches Verhalten dieser Zellenfortsätze. Nachdem sie zwischen die Nervenzellen eingetreten waren, bogen sie sich um dieselben, indem sie zugleich dicker wurden und kleine, sehr kurze Äste in verschiedenen Richtungen aussandten. Nach kurzem Verlauf endigten sie hier stets zwischen den Nervenzellen, in der Regel nach einer kleinen Umbiegung. In den Fig. 8, 11, 12, 13 sieht man die Endigungsweise dieser zentralen Zellenfortsätze zwischen den Nervenzellen der fraglichen Gehirnpartie. In den Fig. 5 und 10 findet man sie ebenfalls, aber ohne die Andeutung der Umrisse der Nervenzellen. In Fig. 1 und 2 sind auch solche Endigungsstellen skizziert. Immer war ihr Verhalten nach ganz dem gleichen Typus angeordnet. Zuweilen, wie in Fig. 1, 2 und 5, waren einzelne der unipolaren Nervenzellen auch mitgefärbt, und man sah dieselben ihren Fortsatz nach oben hin ins Hirnganglion schicken und sich hier verästeln. Wenn aber alle diese Nervenzellen gleichzeitig gefärbt waren, wurde die Hirnpartie so dunkel, dass man nichts zu entziffern vermochte. Die Präparate mit einzelnen, elektiv gefärbten Elementen waren deshalb hier, wie fast immer, die am meisten erläuternden. Durch eine Menge schöner Präparate wurde es mir also klar, dass die zentralen feinen Fortsätze der bipolaren Sinnesnervenzellen der sog. Ganglien der Tastantennen hier in dieser unteren-vorderen Partie jeder Seitenhälfte des Hirnganglions endigen, indem sie, nach einer Verdickung, zwischen die unipolaren Nervenzellen kleine kurze Äste abgeben, welche

sich den Nervenzellen anschmiegen und sie umfassen; in den allermeisten Fällen wurden nur die Sinnesnervenzellen mit ihren Fortsätzen elektiv gefärbt; die unipolaren Nervenzellen, zwischen welchen die Fortsätze endigten, blieben ungefärbt, wodurch die Bilder besonders klar und erläuternd waren. Nun kann man zwar, wie es so oft von den Gegnern der Neuronlehre geschieht, einwenden, dass die Golgi'sche Methode unvollständige Färbungen gibt und dass auch hier die letzten Enden der Fortsätze nicht gefärbt worden sind, so dass ein Zusammenhang ihrer Endigungen mit anderen Nervenzellen nicht ausgeschlossen ist. Dieser Einwand lässt sich auch hier nicht widerlegen. Ich kann nur sagen, dass, wer in Hunderten und aber Hunderten von klaren Präparaten eine solche elektive scharfe Färbung der Endigungen von Fortsätzen einer Art von Nervenzellen zwischen den Zellen einer anderen Art sieht und studiert, der bekommt, wie skeptisch angelegt er auch sei, eine Überzeugung, und die lautet so: Hier liegt ein nicht zu unterschätzender Beweis für die Neuronlehre vor, ein immer und immer sich wiederholender Fall, wo peripherische Sinnesnervenzellen mit ihren zentralen Fortsätzen verästelt zwischen zentralen Nervenzellen einer anderen Art endigen, mit diesen per contiguitatem in Verbindung stehen.

Ich habe hier nur hinzuzufügen, dass in den beiden Tastantennen ganz dieselben Verhältnisse obwalten. Das von jedem der beiden sog. Ganglien auslaufende Bündel der zentralen Fortsätze der Sinnesnervenzellen tritt in den Nervenzellenhügel seiner Hirnganglionhälfte in gleicher Weise hinein und endigt hier in gleicher Weise. Sie stehen jedenfalls in keiner direkten nervösen Verbindung mit einander.

Was die Erforschung der übrigen Sinnesorgane betrifft, führten meine Studien nicht so weit zum Ziel, wie bei den Tastantennen.

Von dem sog. *Frontalorgan* erhielt ich keine erläuternden Bilder, keine Färbung peripherischer Sinneszellen.

Das *Stirnauge (a)* gab mir dagegen eine Reihe Bilder, welche nicht ohne Interesse sind, zwar nicht das Auge selbst, in welchem der Pigmentreichtum die nähere Einsicht unmöglich machte, aber die von ihm nach hinten ausstrahlenden Nervenfaserbündel. Bekanntlich läuft vom hinteren Augenumfang eine Anzahl getrennter Stränge, welche in das hinter oder unter dem Bulbus gelegene Ganglion (*go*), das *Ganglion opticum* der Autoren, an verschiedenen Stellen hineinstrahlen. Diese Faserstränge färben sich oft bei der Golgibehandlung, entweder nur vereinzelt, oder auch in reichlicherer Anzahl. In Fig. 2 sieht man acht, in Fig. 4 fünf, in Fig. 5 drei, in Fig. 6 zwei, in Fig. 1, 3, 7 ein solches Bündel gefärbt. Jeder Strang ist von einer besonderen Scheide umgeben. Bei der stets, aber ruckweise, fortschreitenden Bewegung des Auges werden diese Stränge in der Körperflüssigkeit hin und her bewegt; sie sind nicht eigentlich dünn und zart und machen den Eindruck von Bündeln. Durch die Golgifärbung tritt jedoch in ihnen keine Zusammensetzung derselben aus einzelnen Fäserchen hervor. Ich bemühte mich oft, eine solche darzulegen, aber vergebens. Es scheint, als ob CLAUS ebenfalls eine Zusammensetzung dieser Stränge aus mehreren Fäserchen annähme. Von Interesse war es aber nun, das Verhalten dieser Stränge nach dem Eintritt in das Ganglion opticum zu verfolgen. In der Seitenansicht (Fig. 3) erkennt man, dass der Strang unverändert durch die Rindenschicht des Ganglions hindurchtritt, um, an dem Kern desselben angelangt, sich sogleich kegelartig zu verbreitern und in eine Menge feinsten Fäserchen zu verästeln. Die Rindenschicht des Ganglions besteht aus einer Lage dicht gedrängter unipolarer Nervenzellen; in Fig. 2 sind ihre Umrisse skizziert; in Fig. 1, 5, 6, 7 sind einzelne von ihnen durch die Golgibehandlung geschwärzt. Der Kern des Ganglions besteht dagegen aus einem intrikaten Geflecht von verästelten Fortsätzen von Nervenzellen, d. h. aus der LEXDIG'schen Punktsubstanz. Unter und hinter diesem grösseren einfachen Ganglion findet sich aber ein zweites kleineres Ganglion, welches in der Seitenansicht des Tieres (Fig. 1, 2 etc.) einfach erscheint, in der Tat aber, wie v. a. CLAUS nachwies, aus einem paarigen Ganglion besteht, dessen beide Hälften in der Mitte durch eine ziemlich breite Spalte getrennt sind; diese hinteren kleinen Ganglien hängen beide mit dem vorderen grösseren Ganglion dicht zusammen. Die beiden kleineren Ganglien bestehen ebenfalls aus einer Rindenschicht von unipolaren Ganglienzellen und einem Kern oder Mark von Punktsubstanz.

Die Sehfaserstränge endigen nur in dem vorderen grösseren Ganglion, indem sie alle durch die Nervenzellenschicht der Rinde hindurchtreten und sich mit konisch erweitertem und fein verästeltm Fusse in dem Geflecht des Markes auflösen. Die Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 geben verschiedene Bilder dieser Endigungen, die aber alle nach demselben Typus gebaut sind. Offenbar entsprechen die Stränge Nervenzellenfortsätzen oder höchst wahrscheinlich Bündeln von solchen, welche in der beschriebenen Weise in der sog. Punktsubstanz des Sehganglions ihre Endverästelungen finden. Die ihnen angehörigen Nervenzellen (resp. Sinnesnervenzellen) selbst liegen offenbar im Augenbulbus und sind wohl hier, wie bei anderen Arthropoden, als Retinazellen zu bezeichnen; ich kann nur bedauern, dass es mir, gerade wegen des starken Pigmentes, nicht gelang, die Stränge bis zu den Zellen selbst zu verfolgen.

Da, wie erwähnt, das Ganglion opticum zwei Abteilungen, eine grössere obere-vordere und eine kleinere untere-hintere, enthält, welche je eine Markpartie von Punktsubstanz einschliessen — die jedoch ziemlich dicht aneinander liegen — so kann es von Interesse sein, zu untersuchen, wie sich die dieselben umgebenden Nervenzellen ihrer Rindenlage zu ihnen verhalten. Das Studium der Golgipräparate lehrt nun, dass diese Nervenzellen, die sämtlich unipolar sind, sich hinsichtlich der Verbreitungsweise der Endverästelungen der Fortsätze in sehr verschiedener Weise verhalten. Erstens finden sich Zellen, deren Fortsatz sich allein in der Marksubstanz, dem Kern einer der beiden Ganglionabteilungen verästelt (Fig. 1, rechts, in der grösseren Abteilung; Fig. 5; Fig. 6, links, in der grösseren Abteilung). Ferner gibt es in beiden Abteilungen Zellen, welche einen stärkeren Ast in jede Abteilung senden, um sich in ihnen zu verästeln (Fig. 6 und 7). Dann finden sich Zellen, welche in beide Abteilungen des Ganglions Äste, aber noch dazu einen mehr oder weniger starken Ast nach hinten in das Hirnganglion senden und also alle drei Ganglien miteinander verbinden (Fig. 1, 2, 3, 9). Schliesslich gibt es auch Zellen, welche sich nur in einer der Sehganglionabteilungen und im Gehirnganglion verästeln (Fig. 2, 3, 9). Durch alle diese verschiedenen Verbindungsarten entsteht ein ganz verwickelter Komplex, der jedenfalls nicht ohne Bedeutung sein dürfte. Ausserdem ist zu beachten, dass die Verbindung der Sehganglionabteilungen mit dem Gehirn in verschiedener Weise erfolgt, indem sich der Ast der verbindenden Zelle an verschiedenen Stellen des Gehirnganglions verästelt, was höchst wahrscheinlich eine besondere Bedeutung hat.

Was nun dieses letztere Ganglion, das paarige, aber durch eine Kommissur verbundene eigentliche *Gehirnganglion* (*g*) betrifft, so besteht es, ganz entgegen der Darstellung von CLAUS, aus einem inneren Mark, einer Punktsubstanz, und einer äusseren Rinde, welche überall aus dicht gedrängten unipolaren Nervenzellen zusammengesetzt ist. Diese Zellen liegen mit ihrem kernführenden Zellkörper nach aussen und kehren ihren Fortsatz nach innen, nach der Punktsubstanz, in welcher die Endverästelung geschieht (Fig. 2, 6). Ausserdem schicken einzelne dieser Zellen, wie oben erwähnt, Fortsätze nach den Abteilungen des Sehganglions und dem hinten-unten gelegenen paarigen Ganglion, welches wohl der von LEYDIG als »untere Hirnportion« bezeichneten Partie entspricht. In Fig. 2, rechts, und Fig. 8, rechts, sind solche Zellen abgebildet; in dem letztgenannten Ganglion findet man dann auch Nervenzellen, welche einen Fortsatz in das eigentliche Gehirnganglion schicken, der sich hier verästelt (Fig. 5, links).

Über die kleine paarige Hervorragung an der unteren Seite des Gehirnganglions, in welcher das Bündel der Sinnesnervenzellenäste endigt, ist schon oben berichtet worden; die Fortsätze der hier gelegenen unipolaren Zellen steigen in die Punktsubstanz des Gehirnganglions empor, um sich hier zu verästeln (Fig. 1, 2, 5). In den Abbildungen sind einzelne Nervenzellen wiedergegeben, deren Zellkörper nach dem Inneren des Gehirnganglions gerückt zu sein scheinen; dies ist aber nicht der Fall; ihre Zellkörper gehörten auch der Rinde, sie lagen aber nicht an der oberen oder unteren Fläche des Ganglions, sondern an den Seitenflächen und wurden in dieser ihrer Lage abgebildet, weshalb sie in Abbildungen, die nicht perspektivisch gemacht werden konnten, mehr in der Mitte, im Marke des Ganglions, zu liegen scheinen.

An der vorderen Fläche des Gehirnganglions sieht man den eigentümlichen Vorsprung, welcher als »das *Medianauge*« bezeichnet worden ist (Fig. 1, 2, 5, 6, 8, 9 *ma*). Dieses Gebilde, welches den bekannten Pigmenthaufen in sich enthält, hat rings um denselben eine Rindenschicht von kleinen unipolaren Nervenzellen, welche sich in meinen Präparaten bisweilen färbten; man sah dann von dem Zellkörper einen langen Fortsatz auslaufen, welcher in die Punktsubstanz des Gehirnganglions lief und sich hier verästelte (Fig. 5). Dagegen konnte ich von hier aus keine Verbindung mit dem sog. Frontalorgan wahrnehmen, was vielleicht von ausgebliebener Färbung herrührte.

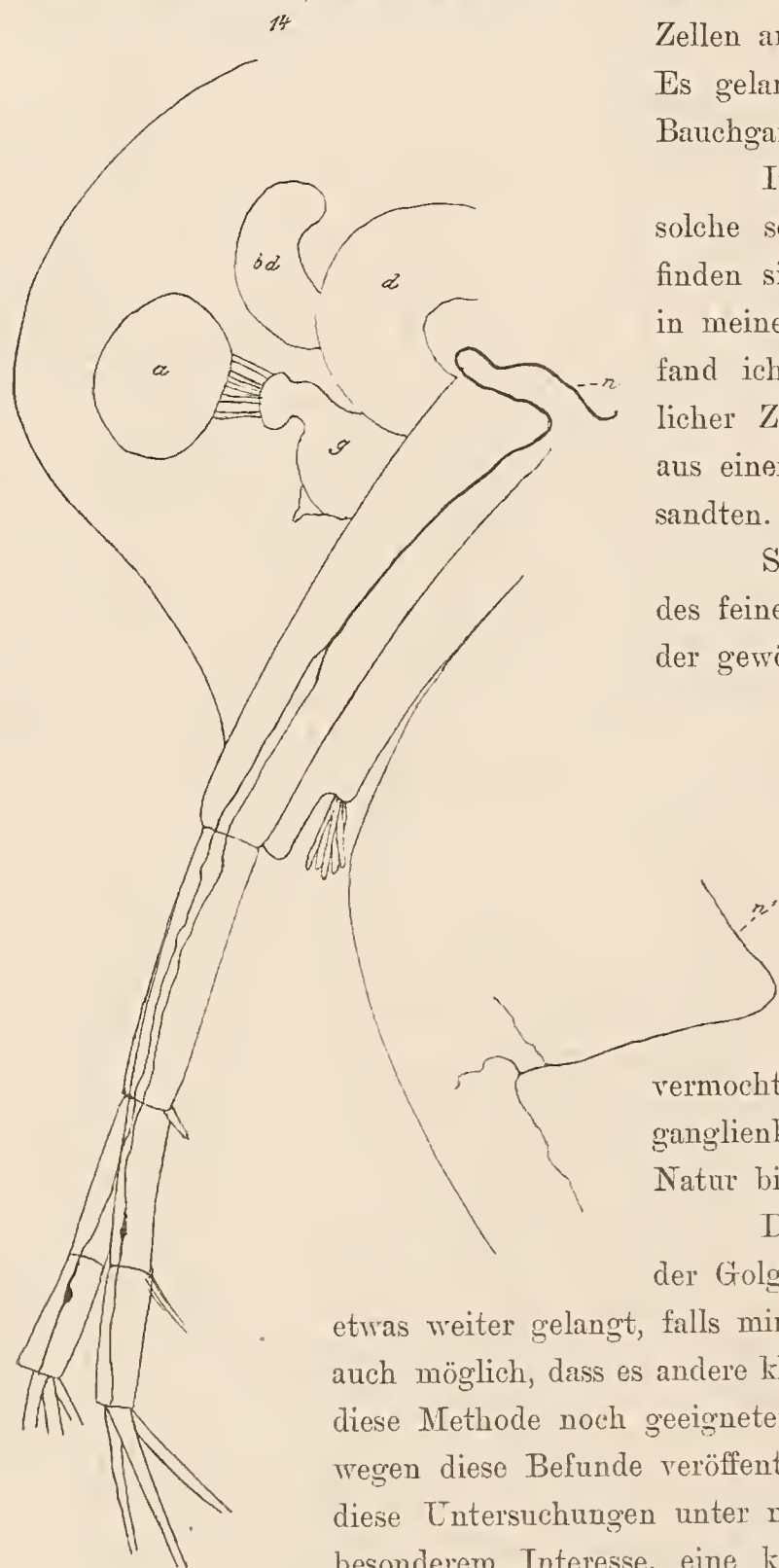
Dagegen erhielt ich in einzelnen Fällen Nervenzellen gefärbt, deren Körper hoch oben am Gehirnganglion, etwas hinter dem Stirnauge, lagen und ihren langen Fortsatz nach unten-vorn sandten, um in das Gehirnganglion einzutreten und sich in seiner Punktsubstanz zu verästeln. In Fig. 5 sind zwei dieser Zellen abgebildet. Sie zeigten sich stets als unipolar und hatten keine Ähnlichkeit mit den bipolaren Sinnesnervenzellen der Hautpartien und der Tastantennen. Die fraglichen Zellen blieben mir schwer deutbar. Zwar hat man hier ein eigentümliches Nackenorgan beschrieben, und es wäre ja möglich, dass sie zu einem solchen gehören; ich kann aber hierüber keine Ansicht äussern, da mir das ganze Verhalten mystisch erscheint. Leider waren diese sonderbaren Zellen, welche auf ein dort gelegenes Ganglion deuten, nur in seltenen Ausnahmefällen gefärbt.

Eine andere Art von Zellen, die auch in den Präparaten nur ausnahmsweise als gut gefärbt zum Vorschein kamen, war die in der Fig. 6, rechts, abgebildete Art. Es waren bipolare Nervenzellen, welche einen dicken Ast an den Darm (*d*) schickten, um sich an ihm zu verästeln; der andere Ast lief in das Gehirnganglion und verästelte sich in der Punktsubstanz desselben. Das Verhalten dieser Zellen deutet auf das *sympathische* Nervensystem; ich überzeugte mich sicher hinsichtlich der Verästelung der beiden Fortsätze.

In Betreff des Baues der übrigen Bauchganglien-kette gelang es mir keine sicheren Bilder zu bekommen. An jedem Beinpaare gibt es ja ein sehr kleines Ganglionpaar; sie liegen aber so zwischen andere Organe eingebettet, dass ihre Erforschung mittelst der Golgi-methode grosse Schwierigkeiten bereitet. Auch bemühte ich mich, am Herzen Nervenfasern zu finden; dies gelang in einigen Fällen, es waren aber nur feine Verästelungen, die nichts Neues zeigten; die Verästelungsweise derselben stimmte mit dem, was ich früher bei anderen Krebstieren beschrieben habe.

Schliesslich suchte ich an dem übrigen Körper, v. a. in der Haut, nach anderen *sensiblen* und *sensorischen Nervenendigungen*. Nur in dem zweiten Antennenpaar gelang es mir solche zu färben. Die Fig. 14 hier im Texte gibt eine Skizze der Vorderpartie eines Tieres wieder, an dessen Ruderantenne man einen Nerven (*n*) geschwärzt findet; dieser Nerv teilt sich bald in zwei, von denen jede Faser unten einen geschwärzten bipolaren Zellenkörper besitzt und dann einen peripheren Fortsatz weitersendet. Offenbar liegen hier solche sensible Sinnesnervenzellen vor, wie die von vom RATH und mir bei anderen Krebstieren beschrieben; diese Zellen haben auch denselben Typus, den

Fig. 14. *g* Gehirn, *a* Stirnauge, *d* Darm, *bd* Leberdarm, *n* Sinneszellenfortsätze der Tastantenne, *n'* Nervenfasern (?) im Rückenschilde.



ich oben in den Tastantennen eingehend geschildert habe. Am oberen zentralen Ende haben sich die zentralen Fortsätze der beiden bipolaren Zellen aneinander gelegt und bilden scheinbar einen gemeinsamen Strang. Es gelang mir nicht, solche zentrale Stränge bis in die Ganglien der Bauchganglien-kette hinein zu verfolgen.

In anderen Partien der Haut oder der Hautorgane fand ich solche sensible bipolare Zellen nicht. Dass sie in den Afterborsten zu finden sind, ist nach der Darstellung von CLAUS höchst wahrscheinlich; in meinen Präparaten sah ich aber diese Zellen nicht gefärbt. Dagegen fand ich in dem hinteren Stiel des Rückenschildes eine Art eigentümlicher Zellen nicht selten gefärbt, welche von einem runden Zellkörper aus einen langen schmalen Fortsatz weit in die Röhre des Stieles hineinsandten.

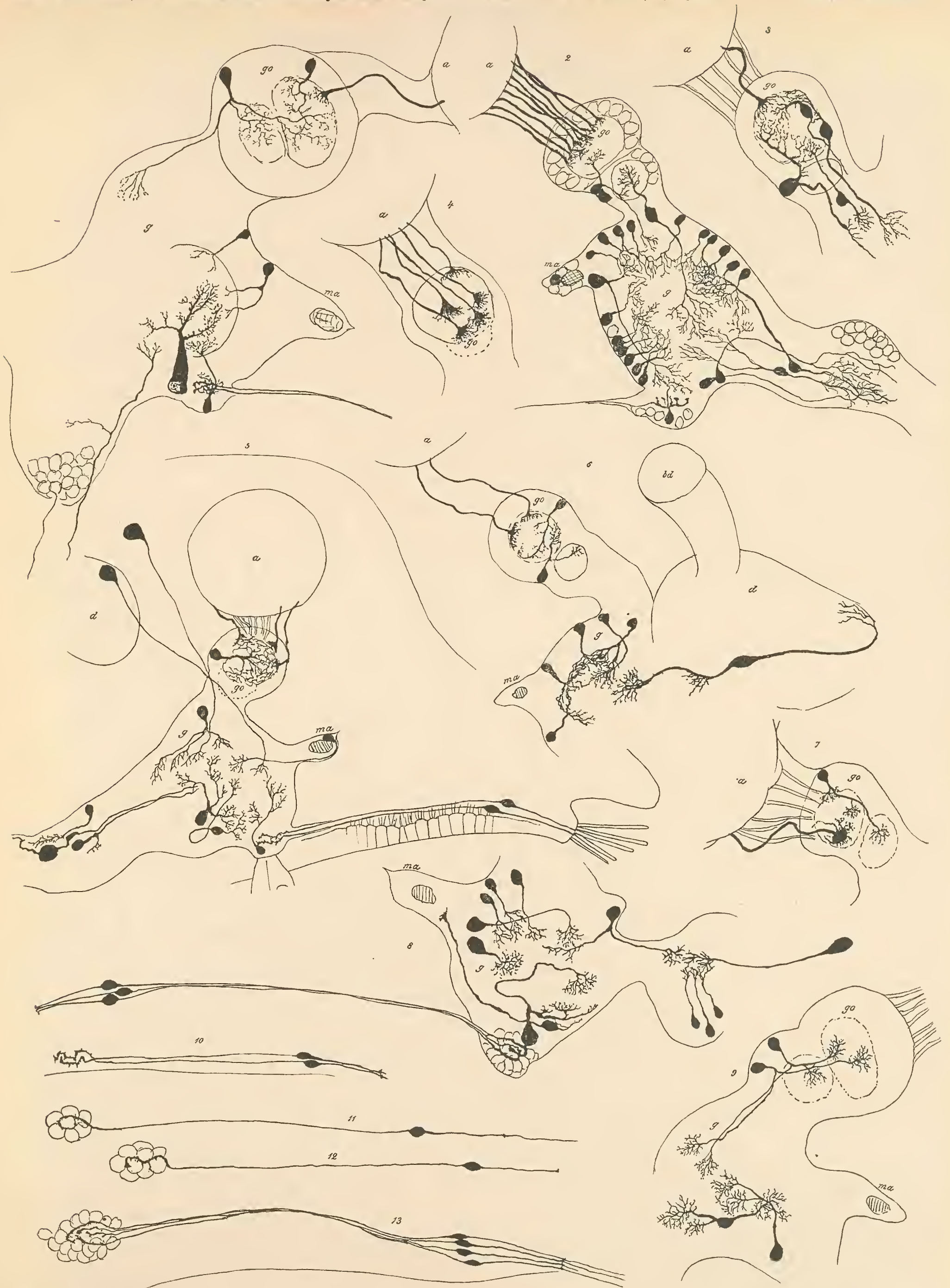
Schliesslich sah ich hin und wieder in der Haut des Rückenschildes feine verästelte Fäserchen stark gefärbt, welche sich ganz nach Art der gewöhnlichen sensiblen Nervenfasern verhielten. In Fig. 14 habe

ich an den Seitenpartien des Schildes zwei dieser Verästelungen (*n'*) wiedergegeben. Ihr Aussehen deutet auf Endäste von sensiblen Nervenfasern in der Haut; da ich aber ihre Stammäste nicht so weit zu verfolgen

vermochte, dass ihr Austritt aus oder Zusammenhang mit der Bauchganglien-kette dargelegt werden konnte, muss die Frage von ihrer nervösen Natur bis auf Weiteres unentschieden gelassen werden.

Dies ist nun, was ich aus dem Studium der Daphniden mittels der Golgi'schen Methode zu lernen vermochte. Vielleicht wäre ich noch etwas weiter gelangt, falls mir nicht das Material plötzlich entzogen worden wäre. Aber es ist auch möglich, dass es andere kleine Cladoceren oder vielleicht andere Krebstiere gibt, welche für diese Methode noch geeigneter sind und noch bessere Erfolge geben können. Ich habe deswegen diese Befunde veröffentlicht, weil dieselben vielleicht andere Forscher ermutigen können, diese Untersuchungen unter noch günstigeren Bedingungen fortzusetzen. Es wäre von ganz besonderem Interesse, eine kleine Tierart zu finden, bei der es gelänge, das ganze Nervensystem in seiner gesamten inneren Organisation zu überblicken.





Gez. von Gustaf Retzius

Fotot. u. Druck. von J. Cederquist, Stockholm.

g — Gehirnganglion; — go Ganglion opticum; — a Stirnauge; — ma Medianauge; — d Darm; — bd Leberdarm.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [NF_13](#)

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: [Zur Kenntnis des Nervensystems der Daphniden 107-112](#)