

Das zentrale Nervensystem der Acephalen.

Von
Dr. Bernhard Rawitz
in Berlin.

Hierzu Tafel XXV—XXIX.

Vorbemerkung.

Als ich vor etwas mehr als zwei Jahren das Zentral-Nervensystem der Mollusken zu studieren begann, da fiel es mir auf, daß in der so überaus reichhaltigen Litteratur sich eigentlich keine Arbeit fand, welche ausschließlich die nervösen Zentralorgane der Muscheln von histologischen Gesichtspunkten aus behandelte. Und doch schien mir diese Klasse des Molluskentypus am ehesten geeignet, um zu einem Verständnis der Bedeutung der sogenannten Kommissuren, zur Erkennung des Ursprungs der einzelnen Nerven gelangen zu können. Denn während bei Cephalophoren und Cephalopoden durch das Vorhandensein eines mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Kopfes gewissermaßen eine Zusammenfassung der einzelnen Parteen des Seelenorganes, eine Konzentrierung desselben im Kopf stattgefunden hat, wodurch die Übersichtlichkeit in der Anordnung der Elemente und in ihrem Verhältnisse zu einander bedeutend erschwert wird, liegt die „klassische Trias“ der Cerebral-, Pedal- und Visceralganglienpaare weit auseinander: a priori also eine für das Verständnis offenbar günstigere Einrichtung.

Aus diesen Erwägungen heraus ging ich an die Arbeit, deren Resultate ich hiermit der Beurteilung der wissenschaftlichen Welt unterbreite.

Die von mir untersuchten Species waren folgende: *Pholas dactylus* L., *Mya arenaria* L., *Tellina nitida* Poli, *Cyprina islandica* L., *Cardium edule* L., *Unio pictorum* L., *Anodonta anatina* Cuv., *Aca barbata* L., *Dreissena polymorpha* van Ben., *Lithodomus dactylus* Sow., *Mytilus edulis* L., *Avicula hirundo* L., *Lima inflata* Chemn., *Pecten Jacobaeus* L. und *Ostrea edulis* L.

Die marinen Muscheln habe ich theils frisch aus Kiel, theils konserviert aus Neapel von der zoologischen Station bezogen. Zu besonderem Danke, dem ich hiermit öffentlich Ausdruck gebe, hat mich der Direktor des Berliner Aquarium, Herr Dr. OTTO HERMES verpflichtet, indem er mir einen großen Teil der von mir benötigten Tiere kostenlos zur Verfügung stellte.

Berlin. September 1886.

I. Teil.

Die makroskopischen Verhältnisse. ¹⁾

Das zentrale Nervensystem der Acephalen besteht aus drei Ganglienpaaren, die als Cerebral-, Pedal- und Visceralganglien bekannt sind. Von diesen sind die Cerebralganglien mit den Pedal- und Visceralganglien durch mehr oder weniger lange Kommissuren, oder, wie Spengel (35) ²⁾ im Anschlusse an de Lacaze-Duthiers sagt, durch „Konnektive“ verbunden, während zwischen den Fuß- und Eingeweideganglien eine solche Verbindung nicht existiert. Die gleichnamigen Ganglien sind entweder durch lange Kommissuren mit einander verbunden, wie dies für die Cerebralganglien stets der Fall ist, oder diese Kommissuren sind so kurz geworden, daß eine völlige Verschmelzung der Hälften stattgefunden hat.

Die vorderen oder Cerebralganglien haben bei einem Teil der von mir untersuchten Acephalen, den sogenannten *Asiphonia*, eine kegelförmige Gestalt (Taf. XXIX, Fig. 1, 2, 4, 5a, ge). Die Spitze des Kegels ist nach hinten gerichtet und wird von dem Ursprunge des Cerebrovisceralkonnektivs gebildet; die Grundfläche sieht nach vorn und ist gewölbt; von den Seitenflächen ist die äußere fast flach, die mediane stark konvex. Die untere Fläche ist schwach, die obere stark gewölbt. Die Ganglien sind stets in reichliches, lockeres Bindegewebe eingehüllt, aus dem sie sich nur mit großer Vorsicht völlig intakt herauspräparieren

1) Ich schildere hier nur die Verbindung der Ganglien untereinander und die Anzahl der abgehenden Nervenstämmе, während die Verästelungen der letzteren und die sekundären Ganglien in einer späteren, erst begonnenen Abhandlung über den Mantelrand der Acephalen einer Besprechung unterzogen werden sollen.

2) Ich will hier bemerken, daß ich diese Terminologie der Bequemlichkeit wegen acceptiere.

lassen. Bei *Mytilus*, *Lithodomus*, *Dreissena* liegen sie auf der Scheide der den Fuß zurückziehenden Muskeln, und zwar an der Außenseite, bei *Arca* liegen sie in der Mitteldarmdrüse selber, und zwar dicht unter den Mundlappen, bei den *Unioniden* unter dem inneren Ansatz der inneren Mundlappen und bei den *Ostreacea* hinter dem Munde auf der Mitteldarmdrüse.

Bei den *Siphoniata* ist ihre Gestalt eine kugelige oder richtiger, da die abgehenden Nervenstämme das Aussere modifizieren, eine morgensternartige (Taf. XXIX, 3 gc.). Die Lage ist fast stets an der hinteren und unteren Seite des vorderen Schließmuskels, ungefähr an der Grenze von dessen innerem und mittlerem Drittel. Doch scheinen hier individuelle Abweichungen vorzukommen, da ich zuweilen bei verschiedenen Tieren ein- und derselben Species das Organ seinen Platz am hinteren Rande des Muskels wechseln sah.

Jedes der vorderen Ganglien (cfr. Taf. XXIX) giebt 6 Nerven ab: ein Cerebropedal- und ein Cerebrovisceral-Konnektiv, eine Kommissur zum gleichnamigen Organ der Gegenseite und drei nach vorn gerichtete Stämme. Von diesen letzteren ist der am meisten nach innen gelegene für die Gegend des Mundes und einen Teil der Mitteldarmdrüse bestimmt, der mittlere innerviert den vorderen Mantelrand und bei den sogenannten *Dimyariern* den vorderen Schließmuskel und der äußerste die Mundlappen und den vorderen Teil der Kiemen. Mittlerer und äußerer Nerv sind zuweilen bei ihrem Abgange verschmolzen, wodurch die Zahl der abgehenden Nervenstämme sich auf fünf reduziert.

Nach vorn wird ferner die Kommissur zum gegenseitigen Ganglion abgegeben. Dieser Nerv, stets einfach vorhanden, ist ein feiner Strang, der auf der unteren Fläche der oberen Lippe im Bogen verläuft. Ist die Entfernung der Cerebralganglien von dem Munde eine beträchtliche, wie bei *Pecten* und *Lima*, dann ist der Bogen schmal, aber sehr lang ausgezogen; liegen dagegen die Ganglien, wie bei den *Siphoniata*, sehr nahe dem Munde, so ist der Bogen flach (cfr. Taf. XXIX).

Von der medianen Fläche der Ganglien geht jederseits das Cerebropedalkonnektiv ab. BRONN (3) bildet, in Fig. 4 auf Taf. 34 der ersten Hälfte des dritten Bandes seines großen Werkes über „die Klassen und Ordnungen des Tierreichs“, für *Mytilus edulis* den Abgang des Cerebropedalkonnektiv aus dem Cerebrovisceral-konnektiv ab. Wie aus der beigegebenen Erklärung erhellt, ist die Figur

nach DUVERNOY kopirt. In gleicher Weise hebt v. JHERING (23) den Ursprung des Cerebropedal- aus dem Cerebrovisceralkonnektiv hervor. Ich muss die Richtigkeit dieser Angaben bestreiten; mir ist nie ein anderes Verhältnis vorgekommen, als wie ich es in Fig. 1 cpc. der Taf. XXIX gezeichnet, und wie es sich mikroskopisch auf Schnittpräparaten bestätigt. Je nach der Lage der Pedalganglien, d. h. je mehr sie nach vorn rücken, desto kürzer wird der Verbindungsstrang. Niemals aber rückt das Pedalganglion so weit hinauf, daß das Konnektiv eine grade Linie bildet. GRUBE (19) bildet die Cerebral- und Pedalganglien von *Pecten opercularis* als in einer Linie und Ebene liegend ab, ebenso v. JHERING (23) und GEGENBAUR (17); dieser in der zweiten Auflage seiner vergleichenden Anatomie Fig. 182 c. Der letztgenannte Autor sagt p. 365 l. c.: „Sogar eine Aneinander-, „lagerung findet statt, wie bei *Pecten*, wo die durch eine weit-, „gespannte Bogenkommisur verbundenen Cerebralganglien die klei-, „neren Fußganglien zwischen sich nehmen.“ Mir ist diese, GRUBES und JHERINGS Darstellung unverständlich, da sie nach dem, was ich bei *Pecten Jacobaeus* und *Lima inflata* gefunden, mit den Tatsachen sich nicht vereinigen läßt. Das Cerebropedalkonnektiv ist bei diesen beiden Arten ein kurzer, 2—3—4 mm langer Nervenstrang (je nach der Größe des Tieres richtet sich die Länge desselben), der von vorn, oben und außen nach hinten, unten und innen in einem nach vorn stumpfen Winkel verläuft, so daß Cerebral- und Pedalganglien in zwei sich schneidenden Ebenen liegen (Fig. 5a, cpc. Taf. XXIX).

Von der Spitze des Organes geht nach hinten das Cerebrovisceralkonnektiv ab. Dasselbe ist bei den *Ostreacea* sehr breit und im Verhältnis zur Größe des Tieres sehr kurz. Es giebt auf seinem Verlauf keine Äste ab. Nach BRONN (3) hingegen (l. c. p. 397), welcher sich an KEBER und DUVERNOY anlehnt,¹⁾ geht von den Verbindungssträngen zwischen dem ersten und dritten, seltener aus den zwischen erstem und zweitem Ganglion, also, wie SPENGLER es nennt, aus Cerebropedal- und Cerebrovisceralkonnektiv das System der Eingeweidenerven hervor. Auch hier muß ich mit BRONN mich in Widerstreit setzen und behaupten, daß ich einen Nervenabgang von den Konnektiven nie gesehen habe. Das Cerebropedalkonnektiv scheint zwar den Nerv für die gleichseitige Otocyste abzugeben; aber eben schein-

1) Beider Autoren Arbeiten waren mir leider nicht zugänglich.

bar. Der Nervus acusticus liegt dem Konnektiv nur an, seine Fasern sind von denen des letzteren scharf getrennt. Die Bedeutung der Konnektive ist, wie ich im zweiten Teil Kap. 6 zeigen werde, eine ganz andere, als wie Bronn, seinen Angaben nach wenigstens zu schließen, meint. In einer eben erst erschienenen Arbeit von DROST (8), über *Cardium edule*, werden für diese Muschel die Verhältnisse des Cerebrovisceral-konnektivs genau so gezeichnet, wie ich es für alle übrigen Species gefunden.

Die Pedalganglien der rechten und linken Seite sind bei allen von mir untersuchten Arten in der Medianlinie so eng aneinander gerückt, daß sie zu einem Nervenknotten (RATHKES Centralganglion, Mangilischer Knoten) verschmolzen erscheinen und nur gewaltsam getrennt werden können. In Folge dieser Aneinanderlagerung sind die Kommissuren makroskopisch nicht sichtbar. Dieselben sind in das Innere des Organes verlegt, wie man das bei den Unioniden deutlich erkennt, wenn man die beiden Ganglien auseinanderreißt. Man sieht dann nämlich eine größere Zahl, bis 12 und mehr, weißer Punkte inmitten einer orangefarbenen Umgebung: die Kommissuren innerhalb der Zellmassen. Ihre Beschreibung kann daher erst bei Schilderung der topographischen Verhältnisse erfolgen.

Die Gestalt ist eine sehr verschiedene (cfr. Taf. XXIX *gp.*). Bei den Unioniden, welche die größten Pedalganglien haben, hat jedes die Gestalt einer Spindel, deren beide Spitzen etwas nach außen abgebogen sind. Es weichen somit die vorderen wie die hinteren Enden auseinander und bilden zwei Winkel, von denen der vordere spitzer und tiefer, der hintere flacher und stumpfer ist. SIMROTH (33) giebt bei Besprechung des Gehörorganes von *Cyclas* (einer Muschel, die ich mir leider nicht verschaffen konnte) und von *Anodonta* an, daß auf der oberen Fläche des Ganglion pedale sich ein besonders markierter Zellballen befände, auf welchem bei *Cyclas* das Ohr liegen soll. Er bildet diesen Zellballen auch für beide Arten ab (*Cyclas* Taf. 17, Fig. 57 l. c.). Leider bestätigten sich mir für *Anodonta* und *Unio* diese Angaben nicht; es ist mir nie gelungen, makroskopisch und mikroskopisch eine solche Zellanhäufung nachweisen zu können, deren Zweck ich auch nicht recht einzusehen vermag, da nach den durchaus richtigen Beobachtungen SIMROTHS das Gehörorgan von *Anodonta* vom Cerebralganglion innerviert wird, mit dem Pedalganglion aber nichts zu thun hat. Den Unioniden

nähert sich *Arca* und *Cardium*, während bei den *Mytilaceen* das Organ von fast kugeliger Gestalt ist. Bei *Pecten* und *Lima* ist es dreieckig, bei den *Siphoniaten* oblong und sehr klein (cfr. Taf. XXIX). Je nach der Ausbildung des Fußes richtet sich die Größe des Organes; bei den *Unioniden* ist es daher sehr ansehnlich, während es bei *Ostr. edul.* ganz verkümmert. Es ist übrigens nicht richtig, wenn *CARUS* (8) in seinem Handbuch der Zoologie Bd. I, p. 718 sagt, daß das Fußganglion immer im Fuße liege. Bei den *Mytilaceen* liegt es zwischen den beiden *retractores pedis* und zwar in der Medianlinie auf der unteren Fläche der Mitteldarmdrüse, der Vereinigungsstelle beider Muskeln ziemlich nahe, also vor dem eigentlichen Fuße.

Das Cerebropedalkonnektiv ist bereits besprochen; es ist am längsten bei den *Mytilaceen*, am kürzesten bei den *Ostreaceen*. Bei den *Unioniden* entspringt eine große Anzahl von Nerven für die Eingeweide aus den Pedalganglien, ebenso bei den *Arcaeen*. Bei allen übrigen entspringen aus dem Ganglion weniger, mitunter nur 2 Nervenpaare, von denen ein Paar die Muskulatur des Fußes versorgt, während die übrigen zu den Eingeweiden gehen, wie ich, wiederum im Gegensatze zu *BRONN* (3), behaupten muß. Bei einem Fehlen der Pedalganglien treten offenbar vicariierend die Cerebral- und Visceralganglien ein, die dann noch Äste für die Eingeweide abgeben.

Die über den äußeren Habitus des Visceralganglion und seine Bedeutung in der mir zugänglich gewesenen Literatur vorhandenen Ansichten bedürfen der Berichtigung, da sie vielfach irrig sind. Gemeinsam allen *Acephalen* ist die Lage des Organes am vorderen Rande der unteren Fläche des großen, resp. bei *Dimyariern* hinteren Schließmuskels. Da bei *Lima* dieser Muskel weit über den halben Durchmesser des Tieres nach vorn reicht, so muß man, um das Ganglion frei zu legen, die Eingeweide und einen Teil der Mitteldarmdrüse abpräparieren.

Den meiner Auffassung nach niedersten Grad der Entwicklung zeigen hierin die *Mytilaceen*, mit Ausnahme von *Dreissena*, deren Visceralganglion ganz wie das der *Siphoniata* gebaut ist. Bei *Lithodomus*, *Avicula* und *Mytilus* (Taf. XXIX, Fig. 1 *gv.*) finden sich zwei unregelmässig viereckige Nervenknotten gleichweit von der Mittellinie entfernt und durch eine mehr oder weniger breite Kommissur miteinander verbunden. Bei einer $5\frac{1}{2}$ cm langen Miesmuschel (ohne Schale) war jedes Ganglion 1 mm breit, $1\frac{1}{2}$ mm lang, die Kommissur zwischen

beiden $2\frac{1}{2}$ mm lang und $\frac{3}{4}$ mm breit, also halb so breit, als das Ganglion lang.

Den nächsten Entwicklungsgrad zeigen die *Arcaceen* (Taf. XXIX, Fig. 2 *gv.*). Zunächst findet sich hier, wie auch bei allen ferneren Ordnungen, eine deutliche Zweiteilung nicht mehr vor, sondern linkes und rechtes Ganglion sind vollständig miteinander verwachsen. Eine Trennung in die ursprünglich offenbar vorhanden gewesenen beiden Hälften (man kann eine solche ursprüngliche Trennung aus den mikroskopischen Bildern erschließen) ist ohne Zerstörung des Organes nicht mehr möglich, ganz im Gegensatz zu dem gleichen Verhältnisse bei den Pedalganglien. Bei diesen letzteren bleibt nach der Trennung jedes einzelne Ganglion intakt, da eben, wie ich oben schon sagte, nur eine Aneinanderlagerung stattgefunden hat. Die *Arcaceen* scheinen mir darum den *Mytilaceen* am nächsten zu stehen, weil sich hier noch am ehesten eine Andeutung der ursprünglichen Zweiteilung erhalten hat durch die kahnförmige Figur des Organes (Taf. XXIX, Fig. 2 *gv.*). Die von SPENGLER (35) nach DUVERNOY gegebene Abbildung auf Taf. XVII Fig. 13 l. c. entspricht ziemlich genau den Verhältnissen, nur ist das Visceralganglion im Verhältnis zum Pedalganglion zu schmal gezeichnet.

An die *Arcaceen* schließen sich die *Siphoniata* an, und zwar zunächst *Cyprina islandica* L. Hier ist das Organ klein, wie bei den übrigen Arten dieser Unterabteilung der Acephalen, läßt aber bei genauem Zusehen auf der unteren, gewölbten Fläche (die obere Fläche des Organes ist überall eben) eine ganz seichte mediane Furche erkennen als letzten, nur angedeuteten Rest der Zweiteilung (Fig. 3a Taf. XXIX). Bei den übrigen *Siphoniata* und bei den *Unioniden* ist das Organ viereckig mit eingebogenen Rändern (Fig. 2 u. 4). Hier schließt sich *Dreissena* an, deren Visceralganglion, wie schon bemerkt, vollkommen wie das der *Siphoniata* gebaut ist, während ihre Cerebral- und Pedalganglien denen der *Mytilaceen* gleichen.

Den höchsten Grad der Ausbildung erreicht das Visceralganglion bei den *Ostreaceen*, und zwar bildet *Lima* hier den Übergang (Fig. 5c, Taf. XXIX). Der transversale Durchmesser des Organes ist genau so groß wie die Distanz zwischen den vorderen medianen Flächen der Cerebralganglien, circa 5—7 mm, während derselbe bei allen übrigen Ordnungen (*Mytilaceen* ausgenommen) kaum den dritten oder vierten Teil beträgt. Die Form ist die einer Wurst, die zwei seichte Einschnürungen hat, so

daß drei Abteilungen entstehen, zwei laterale und eine mediane. Die Zeichnung, die GRUBE (19) von dem hinteren Ganglion (Ganglion principale nennt er es) von *Pecten opercularis* giebt, paßt genau für *Lima inflata*. Für *Pecten* aber hat diese GRUBE'sche Abbildung keine Giltigkeit; noch weniger allerdings die JHERING'sche Fig. 25, Taf. VI l. c. (23), die GEGENBAUR'sche (17) p. 366, Fig. 182c. l. c. und die BRONN'sche (3) Fig. 2 Taf. 34 l. c. Ich habe den Bau an Chromkalipräparaten erkannt; in diesem Reagens erscheinen die einzelnen Abteilungen deutlicher voneinander getrennt als in Weingeistexemplaren, nach denen anscheinend die Abbildungen jener Autoren gemacht sind. Da ich von *Ostrea edulis* nur letztere, nicht auch erstere angefertigt habe, so kann ich leider über den makroskopischen Bau des Visceralganglion bei dieser Species keine Angaben machen.

Bei *Pecten Jacobaeus* (Taf. XXIX Fig. 5a u. b) zeigt sich die untere Fläche (a) des ganglion viscerale aus 8 Teilen zusammengesetzt. Jederseits von der Mittellinie des übrigens im transversalen Durchmesser kleineren Organes als des gleichen bei *Lima* liegt je ein länglich runder Körper, der $\frac{2}{3}$ der ganzen Länge einnimmt. Beide sind in der Mittellinie durch eine feine, das Ganglion scheinbar ganz durchsetzende Incisur getrennt. Ich will diese Körper bezeichnen als *corpus oblongum dextrum et sinistrum* (Fig. 5a₁). Seitlich an jedes *corpus oblongum* grenzt ein länglicher, medianwärts spitz zulaufender Körper, der die Gestalt eines Keils hat, daher *corpus cuneiforme dextrum et sinistrum* (5a₂) heißen möge. Die Corp. cuneif. verlaufen von außen, vorn und oben nach innen, hinten und unten und sind durch eine seichte Furche von den betreffenden corp. obl. getrennt. Seitlich von den keilförmigen Körpern, ebenfalls durch seichte Furchen getrennt und dadurch deutlich gemacht, liegen zwei halbmondförmig gebogene Körper, die deshalb *corpus semilunare dextrum et sinistrum* (5a₃) heißen mögen. Ihre Konkavität kehren sie nach innen, ihre Konvexität nach außen. Dieselben übergreifen jederseits vorn die corp. cuneif. bis zur Hälfte von deren Querdurchmesser, biegen sich hinten medianwärts um und überragen die noch zu beschreibenden Mittelkörper. Zwischen ihnen bleibt dabei ein schmaler Zwischenraum, der etwa halb so breit ist, wie der transversale Durchmesser des hinteren Mittelkörpers. Alle drei bisher beschriebenen Körperpaare lassen in der Mitte einen Raum frei, der von zwei nach vorn konkaven, nach hinten konvexen, voneinander und von den sie begrenzenden

Gebilden durch seichte Furchen getrennten und dadurch deutlich gemachten länglichen Gebilden eingenommen wird. Diese Gebilde, sie mögen *corpus centrale anterius et posterius* heißen ($5a_4$ u. 5_5), haben ihren größten Durchmesser in der transversalen Axe des Ganglion und sind insofern ungleich, als das *corp. centr. post.* nur halb so groß ist, als das *corp. centr. ant.* Das Ganglion ist nicht symmetrisch gebaut, denn der rechte halbmondförmige Körper ist schmaler und dünner, als der linke.

Auf der oberen Fläche des Ganglion ($5b$) sind bloß die beiden *corp. obl.*, *semilunaria* und das *corp. centr. post.* sichtbar. Es geht daraus erstens hervor, daß die Furchen, welche die *corp. obl.* von den *cuneif.* und vom *corp. centr. ant.*, die *corp. cuneif.* von den *corp. semilun.* und das *corp. centr. ant.* vom *post.* trennen, nicht die ganze Dicke des Ganglion durchsetzen, und zweitens, daß die *corp. obl.* und *semilun.* von oben nach unten zu breiter werden. Daß das *corp. centr. post.* auf der oberen Fläche sichtbar bleibt, rührt daher, daß am Hinterrande des Organes die halbmondförmigen Körper einander nicht berühren.

Von den Visceralganglien gehen jederseits ab (cfr. Taf. XXIX *gv*): 1) das Cerebrovisceralkonnektiv, 2) der Kiemennerv, 3) die Nerven zum Muskel und zum Mantelrande und 4) bei den Mytilaceen die Kommissur zum gleichnamigen Organ der Gegenseite.

Der Konnektiv ist zum Teil bereits besprochen. Es ist sehr dünn bei den Mytilaceen und Siphoniaten, sehr breit bei den Ostreaceen und hat im allgemeinen einen gestreckten Verlauf.

Der Kiemennerv geht stets in einem mehr oder minder ausgeprägten, nach vorn konvexen Bogen zu den Kiemen, wo er sich in zwei Aste spaltet, für die innere und äußere Kieme. Ganz besonders ausgeprägt ist der bogenförmige Verlauf bei den Siphoniata, fast gestreckt bei den Mytilaceen und Ostreaceen. Wie die histologische Untersuchung lehrt, zeigt der Branchialnerv bis zu seinem Eintritt in die Kieme gangliösen Bau, wie dies übrigens schon aus seinem Äußeren, in Folge der Anwesenheit von Pigment, erschlossen werden kann. Die peripheren Nerven führen nämlich nie Pigment, sondern, wenn überhaupt Pigment vorhanden ist, nur die Centralorgane; doch davon später.

Nach hinten, auf der unteren Fläche des großen resp. hinteren Schließmuskels verlaufen zwei Nervenpaare jederseits. Das innere Nervenpaar (cfr. Taf. XXIX) geht auf dem Muskel bis nach hinten, biegt am hintersten Rande nach oben um und versorgt die ein-

zelen Muskelbündel. Bei *Pecten* und *Lima* sind 4—5 und mehr Muskelnerven jederseits vorhanden. Das äußere Nervenpaar, das bei den *Ostreaceen* mehrfach vorhanden ist, verläuft ebenfalls auf der unteren Fläche des großen resp. hinteren Schalen-schließers zum Mantelrand und teilt sich in mehrere Äste. Im Mantel von *Pecten* sind die Fasern des *Opticus* mit den sensiblen Fasern für die Mantelrandzacken vereint.

Von welcher Bedeutung das geschilderte makroskopische Aussehen des *Visceralganglion* von *Pecten* für die Stellung des Tieres in der Klasse der *Acephalen* ist, in wie weit die bisher üblichen Anschauungen berechtigt sind und nach welcher Richtung hin sie meiner Auffassung nach einer Modifikation bedürfen, das möchte ich erst auseinandersetzen, wenn ich die Ergebnisse der histologischen Untersuchung werde besprochen haben.

Noch habe ich eine makroskopisch sichtbare, auffallende Differenz zwischen den Ganglien der *Siphoniata* und *Asiphonia* zu erwähnen. Bei den *Siphoniata* sind alle Ganglien stets pigmentlos, selbst bei Tieren mit gefärbter Schale, wie *Cyprina islandica*. Bei den *Asiphonia* haben alle Tiere mit hell gefärbter Schale ebenfalls ein pigmentloses Zentralnervensystem, während bei den Tieren mit dunkler Schale die einzelnen zentralen Ganglien durch orangefarbenes Pigment ausgezeichnet sind. Am intensivsten gefärbt ist stets das am tiefsten im Körper eingebettete *Pedalganglion*, dann schließen sich an die *Cerebralganglien*, welche mehr oberflächlich gelagert sind, und diesen, als am wenigsten pigmentiert, das *Visceralganglien*-paar, das ganz frei auf dem Muskel, nur von einer mehrfachen Hülle bedeckt, daliegt. Es ist bei *Mytilus* fast farblos. Eine Sonderstellung nimmt wiederum *Dreissena* ein. Während *Cerebral-* und *Pedalganglien* orangefarben sind, ist das *Visceralganglion* weiß, wie bei *Mya*, *Pholas* etc. Das Alter hat Einfluß auf die Intensität der Färbung, indem ganz junge Tiere wenig oder gar kein Pigment besitzen.

II. Teil.

Die mikroskopischen Verhältnisse.

Kapitel I.

Die Untersuchungsmethoden.

Zum Studium der die nervösen Zentralorgane bei den Muscheln konstituierenden Gewebelemente, des Zusammenhanges derselben untereinander und ihrer Gruppierung habe ich Isolations- und Schnittpräparate angefertigt.

BUCHHOLZ (4) meint, zur Untersuchung des zentralen Nervensystems der Wirbellosen gäbe es drei Wege: 1) das Ganglion in toto zu lassen und nur durch geeignete Reagentien dasselbe aufzuhellen, 2) Studium von Durchschnitten und 3) Isolationspräparate anzufertigen. Da ihm die Methoden sub 1 und 2 nicht viel Erfolg versprochen, so hat er sich nur auf die dritte Methode beschränkt. So notwendig entschieden die Herstellung von Isolationspräparaten bei Untersuchungen des Zentralnervensystems ist, die durch kein noch so gutes Schnittpräparat ersetzt werden können, so notwendig ist aber auch das Studium von Durchschnitten. Denn nur durch letzteres werden die Isolationspräparate in ihrer Bedeutung für das Verständnis des Aufbaues der Organe erkannt, während ohne dasselbe die Ergebnisse der Isolationen einen mehr als casuistischen Wert nicht beanspruchen können. Andererseits aber berechtigen die Resultate, welche ausschließlich durch Studium von Schnitten gewonnen sind, nie zu einem abschließenden Urteil, sofern nicht von vorneherein nur die Erkenntniß topographischer Verhältnisse erstrebt wurde. Die von BUCHHOLZ perhorreszierte erste Methode: Aufhellen des ganzen Organes durch geeignete Reagentien, habe ich ebenfalls als ganz ungeeignet befunden.

Gleich SOLBRIG (34) hat auch mir die Anwendung von verdünntem

Alkohol

in gewisser Beziehung die besten Resultate geliefert. Jedoch nicht in jedem Grade der Verdünnung.

Der von RANVIER empfohlene $\frac{1}{3}$ Alkohol (siehe FREY: Mikroskop, 7. Aufl. 1881. pg. 89) giebt nur während der ersten Tage brauchbare Bilder. Verweilen die Tiere resp. Organe längere Zeit in der Mazerationsflüssigkeit, so treten trotz wiederholten Reagenswechsels Erscheinungen auf, die auf beginnende Fäulnis hindeuten.

Die von SOLBRIG (34) l. c. pg. 20. Cap. II angegebene Mischung von 1 Teil käuflichen Weingeistes auf 5 Teile Aq. dest. ist ganz vorzüglich und durchaus des Lobes wert, das ihr dieser Autor erteilt. Das zentrale Nervennetz erhält sich ausgezeichnet, ebenso die fibrilläre Struktur der breiten Fortsätze. Dagegen, und dies ist der einzige Nachteil, wird die variköse Beschaffenheit der feinen Nervenfasern dadurch undeutlich, manchmal auch ganz vernichtet.

Am besten hat sich mir eine Verdünnung von 1 Teil Alkohol absolutus mit 3 Teilen Aq. dest. bewährt. Dieser $\frac{1}{4}$ Alkohol erhält die Teile vollkommen, ermöglicht leichte Isolation der Ganglienzellen und Nervenfasern, so daß der Insult durch die Präpariernadel auf ein Minimum reduziert wird, und gewährt nach 4—5 Wochen, ganz wie Solbrigs $\frac{1}{6}$ Alkohol, noch vollkommen brauchbare und einwurfsfreie Bilder.

Von den Chromsalzen stelle ich oben an das

Kali bichromicum.

Werden die Objekte in stark verdünnte Lösung gebracht (0,1 %; 0,05 % und 0,025 %), so ist die Mazeration nach 8—24 Stunden vollendet und die Isolation der einzelnen Gewebs-elemente ohne Schwierigkeiten möglich. Das zentrale Nervennetz, der fibrilläre Bau der breiten Nervenfasern etc. sind vorzüglich erhalten und ebenso läßt sich, wie an Alkoholpräparaten, der Zusammenhang der Zellen miteinander sehr leicht konstatieren. Nach längerem Verweilen der Ganglien in der Mazerationsflüssigkeit indessen, also nach 48 resp. 72 Std., ist das Gewebe so vollständig erweicht, daß es für histologische Zwecke nicht mehr verwendbar ist. Ich gebe daher dem Alkohol den Vorzug vor dem Kali bichromicum.

Zur Härtung verwandte ich stets eine 5 % Lösung des Salzes und warf die ganzen Tiere mit ihren Schalen in dieselbe. Nach

4—6 Wochen wurden die einzelnen Ganglien noch einer etwa 8 tägigen Einwirkung von absolutem Alkohol unterworfen und waren dann schnittfähig. Die Herausnahme der Tiere aus den Schalen war jetzt eine sehr leichte; letztere, selbst wenn sie vorher eng geschlossen waren, klafften nun in den allermeisten Fällen weit auseinander und ein Druck des Skalpellstieles gegen die Schließmuskeln genügte, um diese ohne Verletzung von ihren Insertionen an der Schaleninnenfläche zu lösen.

Ammonium bichromicum.

Dieses Salz wandte ich in einer Konzentration von 0,1 % an. Es steht in seiner Wirkung entschieden hinter dem Kalisalze zurück, namentlich habe ich stets Schrumpfung im Kerne wahrgenommen. Vor allen Dingen aber besteht der Nachteil dieses Reagens darin, daß es das zentrale Nervennetz vollständig zerstört oder wenigstens so verändert, daß dasselbe an Isolationspräparaten gar nicht zu studieren ist. Im Gegensatz zu BOEHMIG (2), der pg. 6 seiner Dissertation Lösungen des Ammoniumbichromat in einer Konzentration von 0,025—0,01 % rühmt, und zu H. SCHULTZE (32), der gleichfalls das Ammoniumsalz hauptsächlich zur Isolation verwendet hat, möchte ich, aus obigen Gründen, vor der Anwendung desselben entschieden warnen. Ihm allein ist es wohl zuzuschreiben, daß BOEHMIG die feinere Struktur der LEYDIG'schen Punktsubstanz völlig unklar geblieben ist.

Chromsäure.

Die Chromsäure hat mich sowohl als Mazerations- wie als Härtungsmittel vollständig im Stiche gelassen. Auch die von ARNOLD (Virchows Archiv Bd. 32) empfohlene Kombination dünner Essigsäure- mit dünnen Chromsäurelösungen, deren Vortrefflichkeit ich beim Studium der Spinalganglien der Wirbeltiere anerkennen mußte, ist für das Nervensystem von Evertebraten nicht wohl verwendbar. Die Fortsätze der Zellen sind schlecht erhalten, die Kerne geschrumpft, die Nucleoli zackig, wahrscheinlich infolge der Einwirkung der Essigsäure.

Die Haller'sche Flüssigkeit.

BÉLA HALLER (21) empfiehlt in seiner zweiten Studie über marine Rhipidoglossen zur Isolation zentraler Nervenzellen ein Gemisch von 0,5 Eisessig, 0,5 Glycerin, 2,5 Wasser. Wie aus seiner Beschreibung und seinen Abbildungen hervorgeht, gestattet diese Mischung die weitestgehenden Isolationen bei gleichzeitiger Erhaltung des Zusammenhanges der Zellen untereinander. So

gut offenbar diese Kombination für das Cephalophorengehirn ist, so wenig ist sie für die gleichen Teile der Acephalen verwertbar, da hier schon nach $\frac{1}{2}$ stündiger Einwirkung eine vollständige Zerstörung der einzelnen Elemente stattgefunden hat.

Ueber osmiumsäure.

Weder zur Isolation, noch zur Härtung konnte ich dieses Reagens verwerten. In Konzentrationen von 0,1 % und 0,05 % stand es hinter verdünntem Alkohol und Kali bichromicum weit zurück, und in stärkeren Lösungen, 1—2 %, gab es auch nicht die Resultate, die ihm HALLER (21) und DIETL (7) nachrühmen. Zwar das zentrale Nervennetz war erhalten, aber die Zellen waren verzerrt, sahen wie versengt aus und ihr Zusammenhang untereinander, wie mit dem zentralen Nervennetze war schlechterdings nicht mehr erkennbar.

Pikrinsäure.

Zur Mazeration wurde die Pikrinsäure in sehr verdünntem Zustande angewendet: 5—10 Tropfen der kaltgesättigten Lösung auf 15 ccm. Aq. dest. Nach 12—24 Stunden war die Isolation der Zellen sehr leicht auszuführen; die einzelnen Teile waren gut erhalten und die so gewonnenen Bilder standen denen, die durch Chromkalimazeration hervorgerufen wurden, nur wenig nach.

Die von mir aus der zoologischen Station zu Neapel bezogenen Präparate waren teils nach der KLEINENBERG'schen Pikrinschwefelsäure-Methode, teils nach der Semper'schen Essigsäure-Chromsäure-Methode konserviert. Namentlich die erstere lieferte vortreffliche Präparate und ich kann daher dem Lobe, das ihr PAUL MAYER (31) erteilt, nur voll und ganz zustimmen. Wenn auch auf Schnittpräparaten darnach das zentrale Nervennetz nicht gut erhalten ist, so ist um so besser der Faserverlauf zu erkennen. Dabei ist mir aufgefallen, daß, wenn so konservierte Präparate mit konzentrierter wässriger Rubinlösung durchgefärbt und nachträglich mit Gummiglycerin durchtränkt wurden, sie einen violetten, unter Umständen blauen Farbenton annahmen.

Ich versuchte dann noch die von FRITSCH (15) bei seinen Studien über' das Fischgehirn angewandte Jod-Alcoholmischung mit nachfolgender Chromkalihärtung, Dieselbe, die namentlich für das Rückenmark von Vertebraten ausgezeichnete Resultate giebt, ist bei Acephalen wegen der durch sie bewirkten Brüchigkeit der Zentralorgane nicht verwertbar.

Zur Färbung bediente ich mich der Anilinfarben, des

Karmin, des Hämatoxylin nach WEIGERT und der Goldreduktion. Die WEIGERT'sche Hämatoxylinfärbung hat mir vollständig unbrauchbare Präparate geliefert, so daß ich dieselbe für das Nervensystem der Acephalen nicht empfehlen kann.

Von den Anilinfarben gaben die besten Bilder Rubin und Safranin; ihnen am nächsten stand Eosin, während Gentianaviolett und Malachitgrün unbrauchbar sind.

Das Karmin in ammoniakalischer Lösung wandte ich in den starken Verdünnungen an, die J. GERLACH (18) so lebhaft empfohlen hat. Handelt man genau nach den Vorschriften, die dieser Autor pg. 2 und 3 l. c. giebt, so erhält man vortreffliche Präparate. Namentlich das zentrale Nervennetz ist mit einer Klarheit und Deutlichkeit erhalten und bis in seine feinsten Maschen sichtbar, wie bei keinem anderen Reagens. Nur an solcherweise tingierten Präparaten kann man die sogenannte Punktsubstanz studieren. Ich habe übrigens nicht die einzelnen Schnitte gefärbt, sondern die Ganglien in toto in die etwa die Nüance des bekannten „Rosenliqueurs“ habende Lösung gethan, in der sie, je nach der Größe, 4—10 Tage verblieben. Dann wurden sie in leicht mit Essigsäure angesäuertem Weingeist ausgewaschen und auf mehrere Tage in absoluten Alkohol gethan.

Die Goldreduktion, zu der ich Lösungen des Goldchlorids in Stärke von 0,1%—0,25% anwandte, hat mir auch hier so schöne Bilder gegeben, wie bei den Zellen der Vertebraten. Nur einen Fehler hat die Goldlösung, daß nämlich die Isolationsfähigkeit der Präparate darin in hohem Grade verloren geht. Wenn ich die Hälfte eines, sei es in $\frac{1}{4}$ Alkohol, sei es in $\frac{1}{10}$ % Chromkalilösung mazerierten Ganglion mit Gold behandelte, so erhielt ich nach erfolgter Reduktion keine annähernd so guten Präparate, wie von der Hälfte, die nicht der Einwirkung des Metalles ausgesetzt war. Auch die Farbstoffe wie Karmin und Ehrlich'sches Hämatoxylin hatten diese nachteilige Wirkung, wenn auch in geringerem Grade. Die Anfertigung von Dauerpräparaten isolierter Zellen ist daher sehr schwierig und nur darum zu empfehlen, weil, wie weiter unten auseinandergesetzt werden soll, das längere Verweilen in dem zur Aufbewahrung verwandten Glycerin wichtige Aufschlüsse über ihre Struktur giebt.

Kapitel II.

Die Ganglienzellen und ihre Fortsätze.

Zerzupft man eines der zentralen Ganglien einer beliebigen, lebendig aus der Schale herauspräparierten Muschel in dem bei Öffnung der Schale abtropfenden Wasser, oder in verdünntem Zuckerwasser, oder in 0,75% *NaCl*-Lösung, so sieht man Folgendes:

Die Ganglienzellen umgeben als eine mehrschichtige Rinde die sogenannte „Punktmasse“ LEYDIGS; letztere erscheint glänzender und heller, als erstere, die ein mattgraues Aussehen haben. Die Form der Zellen, die nur in gedrängten Gruppen sichtbar werden (denn an eine vollständige Isolierung ist bei dieser Methode selbstverständlich nicht zu denken), ist eine birnen- resp. keulenförmige, und zwar bildet der Stiel den Fortsatz, der sich in die „Punktsubstanz“ einsenkt. Der Kern hat eine wechselnde Lage, meistens zentral, manchmal am Nervenabgang, manchmal an dem dem Nervenabgang entgegengesetzten Pole. Er ist kreisrund resp. bläschenförmig und stets wasserklar; von einem Gerüst oder von einer sonstigen Struktur ist nichts zu merken. Die hochinteressanten Erscheinungen, die FREUD (14) an den Kernen der „überlebenden“ Ganglienzellen von *Astacus fluviatilis* beobachtete, konnte ich hier nicht wiederfinden, weil ich offenbar keine „überlebenden“ Zellen vor mir hatte. Nur ein einziges Mal, nach Zerzupfung eines Pedalganglion von *Unio* in dem abgeflossenen Wasser, schien mir im Kerne einer Zelle eine lebhafte Molekularbewegung vorhanden zu sein. Allein diese Beobachtung ist zu vereinzelt, als daß daraus irgend etwas zu folgern wäre. Der Kern enthält ein, manchmal, wenn auch selten, zwei gelb-grünlich glänzende, stark lichtbrechende Kernkörperchen.

In den Zellen findet sich meistens, die Siphoniata und die Muscheln mit hellgefärbter Schale ausgenommen, ein orangefarbenes Pigment, das aus großen, kreisrunden Körnern und aus zylindrischen Stäbchen bestehen kann. Dasselbe liegt entweder konzentrisch um den Kern oder am Abgang der Nervenfasern oder am entgegengesetzten Pole. Ich befinde mich hierin in direktem Widerspruch mit HANS SCHULTZE (32), der es als eine charakteristische Eigenschaft der Ganglienzellen der Muscheln hinstellt, daß sie mit „goldig-glänzendem“ Pigment überfüllt sind. Dieser positiven Angabe, die in einer unter FLEMMINGS Leitung angefertigten Arbeit enthalten ist, habe ich die ebenso positive Behauptung entgegenzustellen, daß die Sache sich nur so verhält,

wie ich es eben angegeben. Auch Bilder, wie sie HALLER (21) von Rhipidoglossen in den Figuren 1b, 8, 13 und 14 l. c. wiedergibt, nach denen das Pigment über den ganzen Zellenleib gleichmäßig verteilt ist, habe ich bei Acephalen nie erhalten. Ferner weichen die Verhältnisse bei Muscheln von denen bei Prosobranchiern darin ab, daß die „Centralzellen“ (HALLER), die in den wie oben hergestellten Präparaten sehr deutlich sich darstellen, kein Pigment besitzen, während nach Fig. 16 der citierten HALLER'schen Arbeit bei Rhipidoglossen diese Gebilde pigmentiert sind.

Die Zellen sind entschieden membranlos, das unterliegt gar keinen Zweifel und die gegenteiligen Angaben von HELMHOLTZ (22) und WALTER (41), die BUCHHOLZ (4) und WALDEYER (40) schon bestritten, sind als irrig zurückzuweisen. Die Fig. 7 auf Taf. III der citierten SOLBRIG'schen Arbeit (34), wo er eine Zellmembran abbildet, die, wie es p. 23 heißt, „sich auf den Nerven nicht fortsetzt,“ kann mich nicht überzeugen; wenigstens kommen ähnliche Verhältnisse bei Acephalen nicht vor. HANS SCHULTZE (32) stellt auf p. 100 seiner eben citierten Arbeit als VII. Ergebnis seiner Untersuchungen folgenden Satz auf: „Die Ganglienzellen der Elatobranchiaten und Würmer, sowie die „sympathischen Zellen der Gastropoden besitzen unzweifelhaft „eine auf den Fortsatz übergehende „strukturlose Membran.“ Er gründet diesen Ausspruch auf ein Bild, das er in Fig. 16 wiedergibt und das er im Text als „leer gewordene Zellmembran“ deutet und als sicheren Beweis für die allgemeine Existenz einer solchen auffaßt. Mir ist diese Schlußfolgerung aus dem Befunde nicht recht verständlich. Gleich BUCHHOLZ, DIETL, HALLER, WALDEYER bestreite ich das Vorkommen von Membranen um die Ganglienzellen bei Acephalen ganz entschieden. Das, was H. SCHULTZE als Membran deutet, ist offenbar nichts weiter, als ein Teil der ausgerissenen, äußeren Hülle des Ganglion, die, wie ich später zeigen werde, gerade bei *Mytilus* die Existenz einer Membran vortäuschen kann.

Setzt man nun zu einem solcher Art hergestellten Präparate seitlich ein kolloquatives Reagens hinzu (Aqua destillata, liquor ammonii caustici, Kalilauge, konzentrierte oder verdünnte Schwefelsäure, konzentrierte oder verdünnte Essigsäure), so kann man die feinere Struktur der Zellen erkennen. Man sieht nämlich am Rande des Zelleibes, bald schneller bald langsamer, je nachdem die Einwirkung des Reagens eine stürmische oder allmähliche ist, mattglänzende, fast wie einfach konturierte Myelinformen aus-

sehende Tropfen heraustreten, die sich nach und nach abschnüren und dann frei in der Flüssigkeit schwimmen. Dabei macht es den Eindruck, als ob sich diese Tropfen durch ein äußerst feines Netzwerk hindurchpressen müssten. Nach genügender Einwirkung des Reagens, wenn ein Tropfenaustritt nicht mehr stattfindet, zeigt sich denn auch als Rest der Ganglienzelle ein außerordentlich feines Maschenwerk, in welchem jene als Tropfen ausgeflossene Masse gelegen hat. Weder diese, noch das Maschenwerk nehmen nachträglich irgend einen Farbstoff an, wahrscheinlich in Folge der Einwirkung des zerstörenden Reagens.

In einem Isolationspräparate, das ich vom Visceralganglion von *Anodonta anatina* angefertigt, mit Hämatoxylin gefärbt und in Glycerin aufbewahrt hatte, waren nach einem Jahre aus den Zellen grünlich gefärbte, öartige, doppeltkonturierte Tropfen herausgetreten, die teils frei in der Flüssigkeit schwammen, teils so, wie es Fig. 77 *a* u. *b* wiedergiebt, an der Zelle anklebten oder aus derselben herauszutreten im Begriff waren. Der Rest des Zelleibes bestand hier ebenfalls aus einem sehr feinen Netze, das durch die Abbildung nur undeutlich wiedergegeben wird. Aus dieser Beobachtung und aus dem vorhin beschriebenen Vorgange erhellt aber, daß zwischen meinen und den BUCHHOLZ'schen Beobachtungen (4) eine nicht unwesentliche Differenz besteht, indem ich ein Abschnüren der Tropfen aus dem Maschenwerke gesehen habe, während BUCHHOLZ eine solche Abschnürung leugnet. Nach ihm treten die Tropfen mit breiter Basis aus der Zellsubstanz hervor. Darnach dürfte also zwischen Gastropoden und Acephalen eine nicht unwichtige Abweichung bestehen, indem bei jenen das bei diesen vorhandene Maschenwerk des Zelleibes nicht zu existieren scheint.

Die von BUCHHOLZ (4) angegebenen chemischen Reaktionen der Ganglienzellen der Süßwassermollusken, wo sich auf Zusatz konzentrierter H_2SO_4 die Zellen schön rot färben, konnte ich ebenso wenig bestätigen, wie die von Leconte und Faivre (27) gemachten Beobachtungen, daß jenes Reagens die Kerne rot, den Zelleib gelb färbt. Nach meinen Erfahrungen vielmehr wirkt konzentrierte Schwefelsäure so ein, daß zunächst, unmittelbar nach dem Zusatz, alle Konturen schärfer, härter hervortreten. Dann beginnt eine Trübung des Gesichtsfeldes durch Verflüssigung der Zellen und der „Punktsubstanz“ und ein Strömen der Massen nach verschiedenen Richtungen hin findet statt. Auch dies läßt nach, und es ist dann überhaupt nichts mehr zu unterscheiden

weil alle Form zerstört ist. Diese amorphe Masse nimmt dann einen rötlichen Farbenton an.

Wir erschen also aus diesen Beobachtungen, daß die Ganglienzelle der Acephalen aus zwei Teilen besteht, von denen der eine einetzförmig angeordnete, der andere eine zähe, unter Umständen ölarartige Tropfen bildende Substanz ist, die in den Maschenräumen der ersteren suspendiert ist. BUCHHOLZ (4) unterscheidet eine hyaline, eigentlich nervöse Substanz, die sich auf die Nervenfasern fortsetzt, in der eine andere in Form feiner Körner erscheinende suspendiert ist. Ob dieser Schluß wirklich berechtigt ist, ob man nicht vielmehr die in Tropfen ausfließende Substanz als die eigentlich nervöse, die netzförmige (BUCHHOLZ' hyaline) nur als Stützsubstanz anzusehen hat, will ich definitiv nicht entscheiden, möchte aber die letztere Auffassung der BUCHHOLZ'schen vorziehen. Inwieweit das Netzwerk, welches FLEMMING (12) bei den Spinalganglienzellen der Säuger kennen gelehrt hat, identisch mit dem von mir beschriebenen, resp. ob überhaupt hier ein Vergleichungspunkt vorhanden ist, kann ich nicht sagen, da mir die nach FLEMMING'S Angabe zur Erkennung dieser Verhältnisse notwendige homogene Immersion nicht zur Verfügung stand.

Kerne und Kernkörper werden später als Zellsubstanz angegriffen und ohne bemerkenswerte Erscheinungen zerstört.

Das Pigment der Ganglienzellen der Süßwassermollusken, das meist eine rötliche Nuance hat, zeigt nach BUCHHOLZ (4) auf Zusatz konzentrierter H_2SO_4 folgende Veränderungen: rotgelb über grün, blau zum indigoblau. Vom Zeitpunkt des Zusatzes des Reagens bis zum Eintritt der indigoblauen Farbe, die derjenigen des Amylum auf Jodzusatz gleichen soll, vergehen nach diesem Autor etwa 5 Minuten. Setzt man wieder Aq. dest. zu und saugt die H_2SO_4 mittelst Fließpapier ab, so tritt die ursprüngliche rote Färbung wieder ein. Und so kann man dieses Farbenspiel häufiger hervorrufen, bis schließlich das Indigoblau an Intensität verliert.

Bei Acephalen liegen die Sachen anders. Hier ist das Pigment orangegelb und wird durch Zusatz von H_2SO_4 sofort tief olivengrün. Diese Färbung hält an und ist auch nicht mehr durch seitlichen Zusatz von Aq. dest. aufzuheben. Sonst wird das Pigment noch durch die dünnen Lösungen des Alkohol zerstört, während es die Salze der Chromsäure kaum angreifen.

Ganz anderer Art erscheinen die Strukturverhältnisse der Ganglienzellen im Zentralnervensystem der Acephalen nach Mazerationen in verdünntem Alkohol und in schwachen Chromkalilösungen. Hier ist die Zusammensetzung des Zelleibes aus zwei chemisch und morphologisch verschiedenen Substanzen nicht zu erkennen. Die Zellen erscheinen fast durchweg, wie aus allen Figuren ersichtlich, als zartgranulierte Gebilde von dunklem Aussehen, und je größer sie sind, desto zarter und gleichmäßiger ist die Granulierung (Fig. 35). Wo dieselbe nicht vorhanden ist, wie in Fig. 42 und 46, oder wo sie so grob ist, wie in Fig. 52 und 53, da ist stets ein übermäßig langer Aufenthalt in der Mazervationsflüssigkeit die Ursache der Erscheinung. Das Gleiche gilt von den Zellen, die in Fig. 47 und 59 abgebildet sind, an denen die Granulierung nur an einem Teile der Zelle sichtbar ist, während der andere Teil ein homogenes Aussehen hat. Ob durch das lange Liegen in den Mazervationsflüssigkeiten ein Austreten der tropfenbildenden Substanz bewirkt wird bei gleichzeitiger Vernichtung des retikulären Baues des Zelleibes, so daß also die vorgenannten Figuren einen indirekten Beweis für die Richtigkeit des vorhin beschriebenen, direkt Beobachteten abgeben würden, möchte ich nach allem, was ich gesehen, in der That annehmen. So scheinen mir die in Fig. 44, welche eine durch $\frac{1}{4}$ Alkohol isolierte Zelle aus dem Visceralganglion von *Cyprina islandica* darstellt, an dem dem Nervenabgang entgegengesetzten Pole liegenden 4 glänzenden Tropfen auf einen Austritt derselben aus der netzartigen Substanz hinzudeuten. Das betreffende Organ, von dem das Präparat angefertigt wurde, hatte etwa drei Wochen in Alkohol gelegen. Es würde dann das zart granulierte Aussehen der Zellen verursacht durch die in der netzförmigen suspendierte zähe, tropfenbildende Substanz, in deren Innerem Gerinnungen durch die koagulierende Wirkung der Reagentien entstanden sind.

Einen ausgesprochen fibrillären Bau der Ganglienzellen bei den Acephalen, wie er von H. SCHULZE (32) und für andere Evertebraten von BÖHMIG (2), DIETL (7) u. a. beschrieben worden ist, habe ich eigentlich nie gefunden. Nur wenn die abgehende Nervenfasern eine Zusammensetzung aus „Axenfibrillen“ (WALDEYER) zeigte, dann schien es mir zuweilen, als ob der Zelleib eine konzentrische Schichtung um den Kern und eine Längsstreifung nach dem Nervenabgang hin hätte, etwa wie es Fig. 32 wieder-

giebt. Die Zeichnung ist genau nach der Natur angefertigt und zwar nach einem Präparate, das noch am deutlichsten diese Erscheinungen darbot. Dies ist aber ein von den Angaben der Autoren so wesentlich abweichendes Bild, daß ich daraus weder einen Schluß für noch gegen die fibrilläre Anordnung in der Zelle ziehen möchte. Indessen nach den oben beschriebenen Beobachtungen über die netzförmige Struktur des Zelleibes halte ich die fibrilläre Anordnung für wenig wahrscheinlich.

Weitere Differenzierung zeigt der Zelleib nicht. Nur in den großen Zellen aus dem Visceralganglion von *Pholas dactylus* sieht man, daß die Granulierung um den Kern herum eine viel dichtere ist, als in der Peripherie des Zelleibes, so daß hier der Kern von einem dunklen Hof der Zellsubstanz umgeben ist Fig. 33.

Der Kern erscheint meistens farblos und durchsichtig, nur selten (Fig. 16, 32, 57, 58, 59) sieht man in ihm dunkle Körnungen, die vielleicht die Reste des zerstörten Kerngerüsts darstellen. Hin und wieder wird er durch das um und über ihm gelagerte Pigment vollständig verdeckt (Fig. 37 und 45). Bei den Siphoniaten haben die Zellen kein Pigment; an seiner Stelle findet man eine fettartige Substanz, welche kleine, kreisrunde, grünlich glänzende Tropfen bildet und entweder um den Kern liegt und ihn dabei verdecken kann (Fig. 44), oder im Zelleib an beliebigen Stellen sich findet. Dieselbe bräunt sich in Überosmiumsäure.

Eine deutlich sicht- und nachweisbare Kernmembran ist auch bei Acephalen vorhanden, ganz wie bei den übrigen Klassen des Molluskentypus. Diese Membran kann zuweilen eine relativ bedeutende Dicke erreichen (Fig. 35), ist aber meistens nur ein sehr feines, strukturloses Häutchen von sehr zarter Beschaffenheit, das häufig platzt und dann den anscheinend flüssigen Kerninhalt heraustreten läßt. Die Gestalt ist in normalen Zellen stets kreisrund. Oblonge, elliptische oder nierenförmige Kerne, welche letztere BUCHHOLZ (4) merkwürdigerweise für normal hält, sind stets Resultate der durch das Reagens bewirkten Schrumpfung. Das merkwürdigste Bild bot der Kern einer verstümmelten multipolaren Zelle aus dem Visceralganglion von *Mytilus edulis* (Fig. 78 a). Derselbe hatte konische Form, war durch den Farbstoff (konzentrierte wässrige Rubinlösung) intensiv blau gefärbt, mit Ausnahme der Basis des Kegels, welche das gewöhnliche Aussehen der Kerne hatte und in deren

Mitte sich das Kernkörperchen befand. Ich registriere das Faktum, ohne es verwerten zu können.

Das Kernkörperchen, das sich von allen Zellbestandteilen stets am intensivsten färbt, hat am ungefärbten Präparate einen gelbgrünlichen Glanz. Eine besondere Struktur hat dasselbe nicht, auch keine Höhlung, wie WALTER (41) für *lumbricus agricola* angibt. Nur ausnahmsweise zeigt es einen Nucleolus, während nach DIETL (7) bei *Limax* 2—3 und mehr dieser Gebilde in einem Kernkörperchen vorkommen sollen.

Nachdem ich bis jetzt die Struktur der Ganglienzellen geschildert habe, will ich dazu übergehen, die Arten und die Polarität der Zellen, das Verhalten derselben zu den Fortsätzen und diese selbst zu besprechen.

BOEHMIG (2) unterscheidet 3 Gruppen von Zellen (l. c. pg. 9): 1) solche mit breitem Plasmarand, meist, doch nicht ausschließlich unipolar; 2) solche mit schmalen Plasmasaum, bi- und multipolar und 3) kleine unipolare Zellen mit sehr schmalen Plasmasaum.

Wenn ich in dieser Einteilung anstatt der von BOEHMIG statuierten Beschränkung für alle drei Gruppen das Vorkommen von uni-, bi- und multipolaren Zellen angebe, so könnte ich sie acceptieren, wenn nicht die Klassifizierung nach dem Vorgange von BÉLA HALLER (21) sich auf den Verlauf der von den Zellen entspringenden Nervenfortsätze zu gründen hätte. Jedenfalls hat sie vor der WALTER'schen Einteilung (41) den Vorzug, daß sie nicht prätendiert, aus der Größe auf die Funktion schließen zu können. Ganz unverständlich ist mir, wie WALTER die großen unipolaren Zellen bei den von ihm untersuchten Tieren als sympathische ansprechen konnte. Hätte er geeignete Schnitt- und Isolationspräparate angefertigt, so wäre er in diesen Irrtum nicht verfallen, ebensowenig wie in den anderen, die multipolaren Zellen als die die verschiedenen Reflexthätigkeiten vermittelnden Gebilde aufzufassen.

Was nun die Ganglienzellen der Acephalen anlangt, so ist folgendes darüber auszusagen:

Apolare Zellen kommen nirgends vor. Es giebt nur uni-, bi- und multipolare Zellen, von denen die unipolaren die zahlreichsten, die bipolaren die seltensten sind. Die Größendifferenz ist eine sehr bedeutende innerhalb aller drei Gruppen; ich habe unipolare Zellen von nur $6,3 \mu$ Längen- und

5,3 μ Breitendurchmesser¹, andere von 27,0 μ : 12,6 μ und solche von 68,4 μ : 14,4 μ Durchmesser gefunden. Bipolare Zellen von 48,0 μ : 12,6 μ ; multipolare von 45,0 μ : 32,0 μ ; und dazwischen finden sich Übergänge aller Art. Im allgemeinen sind also die Ganglienzellen der Acephalen bedeutend kleiner, als die der Gastropoden, wie das aus den Maßen, die BOEHMIG (2), BUCHHOLZ (4), HALLER (21), SOLBRIG (34) u. a. anführen, hervorgeht.

Die größten Zellen aller drei Arten finden sich in den Visceralganglien, namentlich der Siphoniata, welche überhaupt unter allen Muscheln die größten Ganglienzellen haben, und der Ostreacea. Es ist dies leicht verständlich. Diese großen uni-, bi- und multipolaren Zellen (cfr. Fig. 25, 27, 31, 33, 35, 43, 44, 61) sind die Ursprungsstätten für diejenigen motorischen Nerven, welche die Muskulatur der Siphonen resp. den großen Schließmuskel der sogenannten Monomyarier versorgen. Es sind also motorische Zellen, homolog und analog den Vorderhornzellen im Rückenmark der Vertebraten, aber keineswegs, wie WALTER (41) annimmt, sympathische. Als solche könnte man höchstens, wenn eine solche Klassifikation überhaupt angebracht wäre, die kleinsten unipolaren Zellen in den Pedalganglien auffassen (Fig. 5 und 7); indessen ganz ähnliche kleinste Zellen finden sich in den Cerebralganglien (Fig. 1 und 6), wo sie in der Nähe des Ursprunges des Cerebropedalconnectiv, resp. des Acusticus liegen, und in den Visceralganglien (Fig. 2, 3, 4 und 8), wo sie am Abgange des Branchialnerven und in diesem selbst zu treffen sind.

Die kleinsten Zellen haben stets nur einen, verhältnismäßig großen Kern, der oft (Fig. 7 und 8) den Zelleib auf einen schmalen Saum beschränkt; zuweilen (Fig. 4) kommen in ihm 2 Nucleoli vor, die dann beide exzentrisch liegen, während bei nur einem Kernkörperchen dieses die Mitte des Kernes einnimmt.

Die Form der mittelgroßen und großen unipolaren Zellen, die normal, d. h. im lebenden Organismus wohl stets eine keulenähnliche ist, ist durch die Reagentien in verschiedenster Weise abgeändert. Man findet neben keulenförmigen, welche die Mehrzahl bilden, hauptsächlich sanduhrähnliche, bei denen entweder,

1) Bei unipolaren nehme ich als Längsdurchmesser den an, welcher vom Nervenabgange zum entgegengesetzten Pole geht, als Breitendurchmesser den größten senkrecht den ersten treffenden. Bei multipolaren ist der Längendurchmesser der vom Abgange der Hauptnerven zum entgegengesetzten Pole.

der Kern am äußersten Pole der Zelle, oder, wie in Fig. 14 und 22 oberhalb, oder, wie in Fig. 21, unterhalb der Einschnürung liegt. Die meisten Zellen sind einkernig, manche haben auch (Fig. 24) zwei Kerne; einmal traf ich eine Zelle (Fig. 25), bei der ich mindestens 3 Kerne konstatieren konnte. Wie aus der Abbildung hervorgeht, lagen die beiden größeren Kerne an entgegengesetzten Polen der Zelle und hatten je ein deutliches, glänzendes, kleines Kernkörperchen. Der kleinere Kern lag so ziemlich in der Mitte zwischen beiden, denen er in seinem äußeren Habitus vollständig glich, nur daß ihm ein Nucleolus fehlte. Das vierte Gebilde, das ich gezeichnet habe, unterschied sich von den anderen drei durch sein am ungefärbten Präparate fast tintenschwarzes Aussehen und durch seine Lage am Abgang der Nervenfasern. Zellen mit so großer Zahl von Kernen, wie sie namentlich BUCHHOLZ (4) beschreibt und abbildet, kommen bei Acephalen nicht vor.

Daß bei Evertibraten und, wie ich in meinen Arbeiten über den Bau der Spinalganglien (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVIII und XXI) nachgewiesen habe, auch bei Vertebraten unipolare Zellen im Sinne der alten Histologie vorkommen, ist eigentlich keinem Mikroskopiker zweifelhaft. Nur BÉLA HALLER (21) meint, indem er einen Ausspruch VIRCHOW's aus dessen Cellularpathologie citiert, daß die unipolaren Zellen um so seltener werden, je genauer man zusieht. Dem entgegen stehen die Angaben aller Forscher, die das Nervensystem der Wirbellosen histologisch untersucht haben, BOEHMIG (2), BUCHHOLZ (4), DIETL (7), SOLBRIG (34), HANS SCHULTZE (32) u. a. Selbst wenn LEYDIG (30) in seinem Aufsatz über die Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken sagt, daß die meisten mittelgroßen und ganz großen Zellen „die Tracht unipolarer Kugeln“ haben und dann (pg. 47 l. c.) fortfährt: „sie entsprechen aber ganz wohl multipolaren oder strahligen „Zellen, da ihr breiter, bandartig platter Fortsatz sich weiterhin „teilt und sich zuletzt in ein wahres Geflecht feiner Fasern auf- „löst“, so spricht das nicht gegen die Existenz wirklich unipolarer Zellen. Denn einmal hat LEYDIG in der citierten Arbeit die Ganglien nur in toto, nicht an Schnittserien studiert, und dann leugnen die Physiologen überhaupt das Vorkommen von nervösen Zellen, die nicht mit anderen Zellen in direkter Verbindung stehen, weil dies mit der Theorie nicht in Einklang zu bringen ist. Darauf aber kommt es allein an: ob es wirklich nervöse Zellen gibt, die mit benachbarten Zellen nicht in direkter

Verbindung stehen. Ob der Fortsatz sich weiterhin teilt, in ein Geflecht feinsten Reiserchen sich auflöst, ob dieses Geflecht mit ähnlichen anderer Zellfortsätze eine netzförmige Verbindung eingeht, ist vollständig irrelevant. Es sei denn, daß man annimmt, jede einzelne Fibrille könnte gleichzeitig zentrifugal und zentripetal leiten.

Nun giebt es aber nicht bloß solch' unipolare Zellen, welche nicht mit anderen in unmittelbarer Verbindung stehen, während der Fortsatz sich in feinste Reiserchen zerspaltet, sondern es giebt auch solche, deren Fortsatz ungeteilt in den aus dem Ganglion entspringenden peripheren Nervstamm übergeht. Zahlreich sind solche Zellen bei den Acephalen allerdings nicht, indessen sind sie unzweifelhaft vorhanden, wie man dies ganz gut auf feinen Schnitten studieren kann, die, wie FRITSCH (16) bemerkt, unter Umständen sehr lehrreiche Isolationen liefern können. Die in Fig. 13 abgebildete Zelle, aus einem Längsschnitte durch das Visceralganglion von *Mytilus edulis* entnommen, sendet nur einen Fortsatz ungeteilt in den peripheren Stamm. Außerdem findet man in Isolationspräparaten auch unipolare Zellen mit so langen, ungeteilten Fortsätzen (Fig. 17 und 18), daß diese im Ganglion gar nicht Platz haben, daß man vielmehr aus der Länge des Fortsatzes den Schluß auf dessen direkten Übergang in den peripheren Stamm ziehen muß. Auch ist es nie möglich, unipolare für verstümmelte bi- und multipolare Zellen anzusprechen. Denn einmal brechen die Fortsätze bei ihrer Elastizität selten so vollständig ab, daß sie nicht mehr auch nur angedeutet vorhanden sind; zweitens aber, geschieht dies wirklich, so sind solche Zellen sofort zu erkennen (Fig. 78 a und b), mögen sie nun auf Längsschnitten durch die Schnittführung oder in Isolationspräparaten durch die Methode verstümmelt sein. FREUD, der in seiner Arbeit „über Spinalganglien und Rückenmark des Petromyzon“ (13) den „unipolaren Zellen im Sinne der alten Histologie“ den Boden entzogen zu haben meinte, scheint solche Zellen in neuerer Zeit wieder anzuerkennen. Wenigstens glaube ich dies aus seiner Arbeit „über den Bau der Nervenfasern und Nervenzellen beim Flußkrebse“ (14), sowie aus den derselben beigegebenen Abbildungen schließen zu können, wenn auch FREUD sich darüber nicht offen ausspricht. Auch FRITSCH (16) leugnet keineswegs die Existenz der unipolaren Zellen. Um so unverständlicher ist es mir daher, wie JOSEPH (26), der unter Leitung von FRITSCH gearbeitet hat, die Anschauung seines Lehrers so

gänzlich mißverstehen konnte, daß er demselben, l. c. p. 7, den Nachweis der histologischen Unhaltbarkeit der unipolaren Zellen zuschreibt.

Die Physiologie mag sich sträuben, so viel sie will, sie muß mit der Existenz wirklich unipolarer Zellen im Sinne der alten Histologie rechnen und es hat gar keinen Zweck, wenn Morphologen geradezu gewaltsame Anstrengungen machen, um die Nichtexistenz der unipolaren Zelle zu beweisen.

Nach dieser, immerhin notwendigen, Abschweifung kehre ich zum Thema zurück.

Die seltenste Zellform bilden die **bipolaren** Zellen. Man muß hier drei Hauptgruppen unterscheiden: 1) **oppositipole** Zellen (Fig. 39 und 40), 2) **geminipole** Zellen (Fig. 35, 37, 38, und 3) **bipolare** Zellen (Fig. 30, 31 und 38), deren einer Fortsatz nur eine fadenförmige, zuweilen sich teilende (Fig. 30) Verlängerung des Protoplasmaleibes ist, die ich deshalb **pseudobipolare** nennen will.¹⁾

Diese drei Arten sind durch ihre äußere Form sehr scharf voneinander geschieden. Die **oppositipolen** haben die hinlänglich bekannte Spindelform (Fig. 39 und 40). Ihr Kern ist klein und liegt meistens an demjenigen Pole der Zelle, von welchem die kürzer erhaltene Faser abgeht. Zuweilen sind die beiden Fortsätze der Zelle so gerichtet, daß diese der Faser wie angeklebt erscheint (Fig. 71), ohne mit derselben in näheren Konnex zu treten. Doch dürfte dies nur scheinbar sein, während thatsächlich der zutretende Nerv sich in der Zelle auflöst, der abgehende Nerv mit allen seinen Bestandteilen aus ihr her stammt.

Die zweite, wohl charakterisierte Form sind die **geminipolen** Zellen. Ihre Gestalt ist oblong, sie sind meistens protoplasmaarm, der Kern ist klein und liegt stets im abgerundeten Pole. Die in Fig. 35 abgebildete Zelle aus dem Visceralganglion von *Mya arenaria* war unter den vielen tausend Präparaten, die ich angefertigt, die einzige geminipole Zelle, die, von wahrhaft riesiger Größe, deutlich und zart granuliert war und einen großen Kern mit zwei Kernkörperchen besaß, von denen der eine einen Nucleolus hatte. Nicht immer entspringen die beiden Fortsätze direkt

1) FRITSCH (16) nannte die von ihm gefundene Zellenart von *Lophius piscatorius*, **pseudounipolar**.“ Für die Zellen, um die es sich hier handelt, scheint mir der entgegengesetzte Ausdruck, **pseudobipolar**, angemessener.

aus der Zelle. Meistens sind sie (Fig. 37) in einem gemeinsamen, mehr oder weniger langen Schaltstück vereinigt, um sich erst in oft nicht unbeträchtlicher Entfernung von dem Zellleibe zu trennen und dann beide peripher zu verlaufen. Einmal (Fig. 47) sah ich in der Trennungsstelle eine kernähnliche Bildung liegen, die, gleichwie die in Fig. 25 abgebildete, sich am ungefärbten Präparate durch ihr fast tintenschwarzes Aussehen bemerklich machte.

Als eine Abart der geminipolen Zellen ist die unter Fig. 36 abgebildete aufzufassen, indem hier der eine der gerade abwärts gerichteten Fortsätze sich fast sofort nach seiner Trennung von dem zweiten dichotomisch in zwei fast gleich breite Aste spaltete.

Was endlich die dritte Art der bipolaren Zellen anlangt, die **pseudobipolaren** (Fig. 30, 31 und 34), so unterscheiden sie sich von den beiden vorigen durch ihre Gestalt, die eine keulenähnliche ist, gleich der der unipolaren Zellen, und durch die Natur des einen Fortsatzes. Während bei den oppositipolen und geminipolen Zellen zwar der Zelleib in den Fortsatz übergeht, gegen den er sich, wie übrigens auch an unipolaren und multipolaren, leicht konisch zugespitzt abgrenzt, der Fortsatz aber, mag er nun breit oder schmal sein, hell granuliert ist, stammt hier der eine Fortsatz aus dem Zelleib selber, mit dem er nach seinem ganzen Verhalten völlig identisch ist, so daß er als ein Teil desselben aufgefaßt werden muß.

Gemeinsam allen drei Arten von bipolaren Zellen ist die Erscheinung, daß stets der eine Fortsatz auf eine längere Strecke isoliert ist, als der andere, wofür der Grund erst später angegeben werden soll.

Zwischen den unipolaren und bipolaren stehen die **multipolaren** Zellen an Häufigkeit in der Mitte. Ihre äußere Form ist eine so außerordentlich variable, daß eine Beschreibung derselben füglich nicht gegeben werden kann, weil man sonst jede einzelne Zelle besonders erwähnen müßte. Ein Blick auf die Figuren 41—61 wird das beweisen. Bei anderen Mollusken sollen die tripolaren die zahlreichsten sein und meistens dreieckige Gestalt haben. Bei den Acephalen sind sie die seltensten (Fig. 41 und 53), während hier die Zellen mit vielen Fortsätzen an Zahl überwiegen.

In einer multipolaren Zelle habe ich nie eine Duplizität des Kernes beobachtet; derselbe war stets nur einfach vorhanden,

ebenso wie das Kernkörperchen. Seine Lage war eine wechselnde; im allgemeinen aber befand er sich stets in der Nähe desjenigen Poles, von dem die meisten Nervenfasern abgingen, resp. zu dem sie traten.

Man kann als ein Charakteristikum aller multipolaren Zellen, ausgenommen derjenigen, die in der sogenannten Punktsubstanz vorkommen (Fig. 46, 49, 51, 80z), ansehen, daß sie einen Hauptfortsatz und zahlreiche Nebenfortsätze haben. Letztere, die die verschiedensten Durchmesser haben können und bald nur als feine Reiserchen erscheinen, bald als breite, fast hyaline Nervenfasern, die sich wiederum in der variabelsten Art und Weise teilen, entspringen stets so von der Zelle, daß sie das periphere Drittel derselben frei lassen. Von hier aus geht als direkte Fortsetzung der Zelle, deren protoplasmatischer Leib sich stets konisch zuspitzt, ein einziger Fortsatz ab, der auf längere Strecken isoliert werden kann und seinen Verlauf in die zentrale „Punktmasse“ nimmt. Er bestimmt in allen Fällen die Längsaxe der Zelle und dürfte als Homologon des Deiters'schen Fortsatzes der Vertebratenzelle aufzufassen sein. Die feinen Reiserchen, die an die Zelle herantreten oder von ihr abgehen, sind stets Teile des Zelleibes selber, ähnlich denjenigen der dritten Art bipolarer Zellen, der pseudobipolaren. Die breiten Fasern, die nicht mit dem Hauptfortsatz identisch sind, sind stets oder fast stets in kurzer Entfernung von der Zelle geteilt. Die in der Fig. 56 abgebildete Zelle stammt aus einem Längsschnitte durch das Visceralganglienpaar von *Mytilus edulis*; der Schnitt hat den Hauptfortsatz in kürzerer Entfernung von der Zelle getroffen, als den langen Nebenfortsatz.

Was nun die aus der sogenannten „Punktsubstanz“ isolierten multipolaren Zellen anlangt, die ich als Schaltzellen bezeichnen will¹⁾ (Fig. 46, die ungewöhnlich groß ist, 49 und 51), so fehlt ihnen ein Hauptfortsatz vollständig; sie haben dafür zahlreiche Nebenfortsätze, die als Protoplasmafortsätze anzusprechen sind, sind stets kleiner, als die übrigen multipolaren Zellen und in nur geringer Zahl vorhanden.

Die Zellfortsätze zerfallen ihrem äußeren Ansehen

1) Der von HALLER (21) gebrauchte Name „Zentralzellen“ ist meiner Ansicht nach etwas unglücklich gewählt, da die Verwechslung mit „zentraler Zelle“ zu nahe bei der Hand ist, um ohne weiteres vermieden werden zu können.

nach in zwei Hauptgruppen: in breite und schmale Fortsätze. Die schmalen Fortsätze zeigen stets variköse Anschwellungen in großer Zahl. Die Varikositäten sind entweder nur punktförmig (Fig. 1, 8,) oder haben eine rundliche oder spindelähnliche Form. Sie sind stets homogen und stehen in wechselnden Abständen voneinander ab. Bei denjenigen schmalen Fortsätzen, bei denen keine Varikositäten wahrgenommen werden können, sind die letzteren durch die Behandlungsweise undeutlich gemacht worden.

Die breiten Fortsätze sind in zwei Unterabteilungen zu zerlegen: 1) in solche mit Varikositäten und 2) in solche ohne dieselben. Diese letzteren sind stets die breitesten und haben ausnahmslos fibrilläre Zeichnung (Fig. 32, 33, 34, 43, 44). Dieselbe wird hervorgebracht durch feine, variköse Fäserchen, die parallel der Längsaxe im Innern der breiten Faser verlaufen und zuweilen durch eine feinkörnige Zwischensubstanz isoliert sind (Fig. 32). Diese fibrillär gezeichneten Fasern sind außerdem stets kürzer isoliert, als die varikösen Fasern. Die Varikositäten der breiten Fortsätze unterscheiden sich von denen der schmalen durch ihre grössere Länge und Breite, dadurch daß in ihrem Innern zuweilen fettglänzende Körner sich vorfinden (Fig. 17 und 29). Sie gleichen den Varikositäten der zentralen Nervenfasern der Wirbeltiere auffällig und verleihen auch, namentlich wenn sie etwas dicht stehen, den Fasern ein perlschnurartiges Aussehen (Fig. 40). Mehr als 5 derselben kommen an einer Faser nicht vor, meistens nur 2—3. Zu ihnen treten, resp. von ihnen gehen ab feinste Reiserchen, die sich teilen können und zuweilen ebenfalls wieder varikös sind (Fig. 29). Auch diese Fortsätze zeigen fibrillären Bau.

Die breiten Fortsätze, mögen sie nun der einen oder der anderen Art angehören, teilen sich ausnahmslos dichotomisch (Fig. 26, 27, 30, 34), oder dendritisch (Fig. 76 a); nur sind diese Teilungen selten auf Isolationspräparaten zu sehen, weil die Fasern hier meistens abreißen, da sie sich vorher stets etwas verjüngen (Fig. 30). Die schmalen Fortsätze, wenn sie nicht eine solche Länge haben, daß man ihren unmittelbaren Übergang in die Peripherie sehen oder erschließen kann (Fig. 13, 17, 18), in welchem Falle sie ungeteilt bleiben, teilen sich ebenfalls ausnahmslos in eine Menge äußerst feiner Reiserchen (Fig. 65 und 72), und aus demselben Grunde, wie bei den breiten Fasern, weil die Fortsätze an der Teilung und vor derselben abreißen, ist dieser Zerfall nur an gut erhaltenen Objekten zu erkennen.

Ihrem Verlaufe nach müssen die Fortsätze der Ganglienzellen eingeteilt werden:

1) in Fortsätze, die direkt und stets ungeteilt zum peripheren Nervenstamm gehen = Stammfortsätze.

2) in Fortsätze, die sich in die Marksubstanz (DIETL) einsenken und stets in feinste Reiserchen zerfallen = Markfortsätze.

3) in Fortsätze, welche die Verbindung zwischen zwei und mehreren Ganglienzellen vermitteln. Dieselben haben ganz den Charakter und das Aussehen des protoplasmatischen Zelleibes, als dessen Teile sie zu betrachten sind = Protoplasmafortsätze. Auch sie teilen sich mitunter.

SOLBRIG (34) unterscheidet Fortsätze mit direktem und indirektem Übergang in die Nervenfasern. Solche, welche einen direkten Übergang vermitteln, sind 1) die Kernkörperfortsätze, 2) die Parenchymfortsätze, die, wie es l. c. Kap. V pg. 46 heißt: „aus der Substanz der Zelle kegelförmig hervorgehen und von denen auch eine Anzahl direkt als Nervenfasern in die Stämme übergehen.“

Der indirekte Übergang der Fortsätze wird dann nach SOLBRIG durch die Leydig'sche „Punktsubstanz“ vermittelt. Welcher Art diese Fortsätze aber sind und von welcher Art der Ganglienzellen sie stammen, darüber spricht er sich nicht aus. Er giebt vielmehr (pg. 47—49 l. c.), neben wenigem selbst Beobachteten, hauptsächlich eine Kritik der in der Litteratur vorhandenen Ansichten und ist dabei, wie ich später zeigen werde, wenig glücklich gewesen.

BÉLA HALLER (21), der sich von den neueren Autoren ziemlich eng an SOLBRIG, namentlich in betreff der Kernkörperfortsätze anschließt, teilt die Fortsätze der Ganglienzellen ein: 1) in Verbindungsfortsätze, d. h. Fortsätze, welche die Verbindung zwischen zwei Ganglienzellen herstellen; 2) Netzfortsätze, d. h. Fortsätze, die sich in dem Nervenetz im Zentralteile des Zentralnervensystems auflösen; 3) Stammfortsätze, d. h. solche, die sich als Faser in einen peripheren Nerven oder in eine Kommissur direkt fortsetzen.

BUCHHOLZ (4) giebt in seiner leider unvollendet gebliebenen, schon vielfach von mir citierten Arbeit pg. 278 mit folgenden Worten seine Ansicht über den Verlauf der Fortsätze der Ganglienzellen kund: „Als allgemein gültig kann daher für alle diese „Ganglien von Limnäus und Planorbis, mit Ausnahme der kleinsten

„unipolaren Formen, behauptet werden, daß, welches auch die „äußere Form derselben sei, stets zum mindesten eine relativ breit bleibende und in die Nervenstämme ein-tretende Faser, neben einer großen Menge in das „feine Fasersystem der Nervenzentren übergehen-„der feinsten Fibrillen, aus denselben hervorgeht.“ Wenn ich die von mir durch gesperrte Schrift hervorgehobenen Worte richtig deute, so kennt also BUCHHOLZ an jeder Zelle, ausgenommen die kleinsten unipolaren, mindestens einen Stammfortsatz und eine Anzahl Markfortsätze. Das ist aber, für Acephalen wenigstens, unrichtig. Verbindungszweige zwischen den einzelnen Zellen leugnet er, ebenso wie SOLBRIG; davon nachher.

Was nun zunächst die Kernkörperfortsätze anlangt, die namentlich BÉLA HALLER auffallend deutlich zeichnet, so kommen dieselben bei Acephalen nicht vor. Niemals während der ganzen Zeit, da ich mich mit dem Studium des Zentralnervensystems dieser Klasse der Mollusken beschäftigte, habe ich auch nur andeutungsweise ähnliche Bilder erhalten, wie sie SOLBRIG und HALLER ihren Abhandlungen beifügen. Ich muß daher ihr Vorkommen bei Muscheln ebenso in Abrede stellen, wie das der Kernfortsätze. Darauf hin war also ein Einteilungsprinzip nicht zu gründen.

Die HALLER'sche Einteilung ist für Acephalen richtiger, als die SOLBRIG'sche. Wenn ich trotzdem eine andere Bezeichnung wähle, nur seinen Terminus „Stammfortsatz“ beibehalte, anstatt „Netzfortsatz“ aber „Markfortsatz“, anstatt „Verbindungsfortsatz“ — „Protoplasmafortsatz“ sage, so hat das seinen Grund darin, daß ich erstens, wie später begründet werden soll, für die „Punktsubstanz“ den von DIETL (7) hierfür eingeführten Ausdruck „Marksubstanz“ annehme, und zweitens, weil die Verbindungsfortsätze HALLERS entschieden den Protoplasmafortsätzen von DEITERS homolog sind.

Die Zellen mit Stammfortsatz sind selten; es sind stets unipolare Zellen, und zwar solche, die mit keinem Nachbargebilde in Verbindung stehen und diesen einen Fortsatz ungeteilt zum peripheren Stamm senden.

Protoplasmafortsätze kommen der von mir aufgestellten Gruppe der pseudobipolaren, sämtlichen multipolaren und den kleinsten unipolaren Zellen zu. Bei diesen letzteren ist der einzige Fortsatz überhaupt nur Protoplasmafortsatz, ihnen fehlt ein Mark- oder

Stammfortsatz vollständig. Dieselben sind keineswegs, wie H. SCHULTZE (32) im allgemeinen von den Zellfortsätzen der Elatobranhier angeht, zerbrechlich. Im Gegenteil erhalten sie durch dünnen Alkohol wie durch dünne Chromkalilösung einen hohen Grad von Elastizität, so daß sie häufig auf weit längere Strecken isoliert sind, als die Markfortsätze. Es rührt diese Erhaltung auf längere Strecken aber auch daher, daß die Protoplasmafortsätze oft viel größere Wege in der Zellrinde zu durchlaufen haben und auf diesem Wege keinerlei Hindernisse finden, während die Markfortsätze oft nur eine kurze Strecke zurückzulegen brauchen, ehe sie sich in der Marksubstanz auflösen. Die Protoplasmafortsätze sind meistens zart, varikös, geteilt, manchmal breit, wenn sich mehrere zu einem vereinigen, in dem sie dann vollständig aufgehen.

Die Markfortsätze kommen allen Zellen zu mit Ausnahme derjenigen, welche einen Stammfortsatz haben. Die geminipolen Zellen haben nur Markfortsätze. Diese Fortsätze sind von verschiedener Breite; die schmalsten sind aber stets breiter, als die breitesten Stamm- resp. Protoplasmafortsätze. Sie allein haben ausnahmslos fibrilläre Zeichnung, wenn dieselbe auch häufig durch das Reagens zerstört wird. Sie allein senken sich in die Marksubstanz ein, um hier das später noch zu beschreibende zentrale Nervennetz zu bilden. Keine Zelle hat zwei Markfortsätze, sondern immer nur einen, mögen einzelne Protoplasmafortsätze ihnen auch noch so ähneln (Fig. 43, 44, 48, 61). Denn diese zeigen eben nie fibrilläre Zeichnung, selbst dann nicht, wenn dieselbe auf den Markfortsätzen erhalten ist (Fig. 43 und 44).

Die oppositipolen Zellen sind diejenigen Gebilde, welche noch am ehesten als solche betrachtet werden könnten, welche zwei Markfortsätze haben. Der kürzere, stets zum Mark gehende, wie der längere aus der Zellrinde sich entwickelnde sind von ganz gleicher Beschaffenheit; auch beide fibrillär, wenn diese Andeutung des inneren Baues überhaupt vorhanden ist. Der lange, von der Peripherie des Organs kommende Fortsatz ist aber stets die Fortsetzung des Markfortsatzes einer anderen Zelle: und so bin ich geneigt, auch bei Evertibraten, wie bei Vertebraten (cfr. darüber meine Angaben im Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXI), die oppositipolen Zellen als Nervenzellen sensu strictiori nicht anzuerkennen, sondern sie nur als kern- und protoplasmahaltige Interpolationen der Nervenfortsätze resp. -fasern zu erklären.

Ich komme nun zur Schilderung des Zusammenhanges der Ganglienzellen untereinander, wie derselbe sich darstellt in gelungenen Isolations- und Schnittpräparaten. Nicht gar so selten, wie man a priori zu meinen geneigt wäre, ist in Isolationspräparaten eine vollständige, unzweifelhafte Verbindung der nervösen Zellen zu beobachten. Es rührt dies daher, daß die Protoplasmafortsätze ebenso wie die Markfortsätze elastisch genug sind, um den Insult der Präpariernadel zu vertragen, vorausgesetzt, daß man den geeigneten Mazerationsgrad trifft, wofür allerdings bestimmte Vorschriften sich nicht geben lassen, da hierbei die verschiedensten äußeren Verhältnisse in Konkurrenz treten.

Auf Isolationspräparaten trifft man nun die Zellen in folgender Weise miteinander zusammenhängend an: 1) unipolare mit unipolaren, 2) unipolare mit oppositipolen, 3) geminipole mit oppositipolen, 4) oppositipole mit oppositipolen, 5) multipolare mit multipolaren und 6) multipolare mit Schaltzellen.

ad 1. In den meisten Fällen trifft man nur zwei unipolare Zellen miteinander vereint (Fig. 72, 73, 74, 75), sehr selten verbinden sich drei (Fig. 65). Dabei scheint es, als ob sich gleichviel unipolare Zellen mit schmalen und unipolare mit breiten Fortsätzen miteinander vereinigen. Niemals aber habe ich gefunden, daß sich unipolare mit schmalen Fortsätzen verbunden hätten mit unipolaren, welche breite Fortsätze entsandten. Die Vereinigung geschieht derartig, daß die Fortsätze der eng bei einander liegenden Zellen nach der Marksubstanz zu konvergieren und nach längerem oder kürzeren Verlauf miteinander zu einem bei schmalen Fortsätzen gleichbreiten, bei breiten zu einem nur um weniges umfangreicheren gemeinsamen Fortsatz verschmelzen. Das Bild, das ich in Fig. 75 wiedergegeben habe, wonach also der Fortsatz der einen Zelle in die Substanz der zweiten sich einsenkte und zwar an dem Pole, der dem Nervenabgang der letzteren entgegengesetzt lag, bekam ich nur einmal zu Gesicht. Eine optische Täuschung glaube ich ausschließen zu dürfen. Ich verursachte nämlich einen sanften Flüssigkeitsstrom unter dem Deckglase; in diesem schwammen die Zellen fort, rollten sich um ihre Längsaxe, die obere flottierte bald nach rechts, bald nach links, riß aber nicht ab, resp. trennte sich nicht von der unteren, was doch unbedingt hätte geschehen müssen, wenn hier bloß eine zufällige Aneinanderlagerung und keine Verwachsung vorgelegen hätte.

Bei Zellen mit schmalen Fortsätzen, bei denen der Vereinigungsfortsatz wiederum schmal ist, sieht man ziemlich häufig diesen

nach einer relativ langen Strecke sich vielfach teilen, so daß sein Markende das Aussehen der Wurzel einer Pflanze erhält.

Bei Zellen mit breiten Fortsätzen, wo der Vereinigungsfortsatz wiederum ein breiter ist, habe ich eine solche Teilung offenbar infolge des Abreißens an dieser Stelle nie beobachten können. Indessen ist eine solche Zerteilung, selbst eines so langen Fortsatzes, wie in Fig. 73, nach den Ergebnissen der Schnittbilder zu urteilen, zweifellos. Der Vereinigungsfortsatz der in Fig. 73 abgebildeten Zelle ist darum merkwürdig, weil sich nach kurzem Verlauf ein bald zu einer feinsten Fibrille werdender Zweig abtrennte, dessen Teilung übrigens ebenfalls nicht beobachtet werden konnte.

ad 2. Die Vereinigung von unipolaren mit oppositipolen Zellen hat in der Regel so statt, daß der Fortsatz einer unipolaren sich mit dem einer oppositipolen Zelle verbindet (Fig. 69 a und b), selten verbinden sich zwei unipolare mit einer oppositipolen (Fig. 62). Im ersteren Falle ist das Verbindungsstück zwischen beiden Zellarten kurz und trägt den Charakter eines breiten, zuweilen angedeutet fibrillären Fortsatzes. Im zweiten Falle sind die Fortsätze der unipolaren Zellen schmal und lang; an ihrer Vereinigungsstelle habe ich einmal (Fig. 62) eine schwimmhautähnliche, wie ein interpoliertes Stück Protoplasma aussehende Verbreiterung gefunden. Teilungen des Markfortsatzes der oppositipolen Zellen habe ich auf Isolationspräparaten nicht gesehen, zweifle aber nicht an deren Vorhandensein.

ad 3. Geminipole mit oppositipolen Zellen. Ich habe eine solche Verbindung nur einmal zu Gesicht bekommen und sie in Fig. 64 wiedergegeben. Von einer geminipolen Zelle, deren beide Fortsätze eine Strecke weit verschmolzen waren, ging der eine als sehr feine Fibrille unter spitzem Winkel ab, um nacheinander zwei exquisit spindelförmige, oppositipole Zellen zu passieren.

ad 4. Die Verbindung oppositipoler Zellen untereinander erwähne ich nur der Vollständigkeit halber, da ich bei meiner Auffassung von der Bedeutung dieser Ganglienzellenart einen Wert darauf nicht lege. Das in Fig. 71 wiedergegebene Verhältnis trifft man ähnlich bei fast allen Tieren; so hat es STANNIUS (36) Taf. IV Fig. 12 des im Verzeichnis angeführten Werkes aus dem Ganglion Gasseri von *Spinax acanthias* abgebildet und ich selber aus dem Spinalganglion von *Solea vulgaris* auf Taf. XI. Fig. 2 meiner zweiten Arbeit über Spinalganglien (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXI).

ad 5. Die Verbindung multipolarer Zellen untereinander (Fig. 66, 67, 68) ist in der Regel eine Verbindung zweier sogenannter tripolarer oder Dreieckszellen. Dieselbe findet entweder so statt, daß die beiden Markfortsätze nach konvergierendem Verlauf sich vereinigen (Fig. 66), oder daß derjenige Fortsatz, welcher die Spitze der einen Dreieckszelle bildet, sich mit einem basalen Fortsatz der zweiten Dreieckszelle vereint. Dabei kann dieses Vereinigungsstück ein schmaler Fortsatz (Fig. 68) oder die einfache Fortsetzung des Protoplasmaleibes sein (Fig. 67), wo es unentschieden bleibt, wieviel Teil jede Zelle an dem Vereinigungsstück hat.

ad 6. Vereinigung multipolarer mit Schaltzellen. Sie findet sich entweder zwischen einer größeren multipolaren Zelle mit zwei Schaltzellen (Fig. 63), von denen die eine, wie aus der Figur ersichtlich, einen langen, sich erst in weiter Entfernung von der Zelle dendritisch verzweigenden Protoplasmfortsatz haben kann, während gleichzeitig die Verbindung mit den beiden Zellen durch einen anfänglich gemeinsamen, nach jeder Richtung hin als protoplasmatische Fortsetzung der großen Zelle sich dokumentierenden, langen Fortsatz stattfindet. Oder die Vereinigung betrifft eine kleine Zelle (Fig. 70), die anfänglich den Eindruck einer geminipolen macht, mit einer Schaltzelle.

Indessen zeigen die Isolationspräparate nur einen kleinen Teil der Arten und Weisen, nach welchen sich Zellen im Zentralnervensystem der Acephalen miteinander verbinden, und zwar bei weitem nicht die häufigsten derartigen Formen und diese nicht immer gut erhalten. Hier helfen solch feine Durchschnitte, und zwar Längsschnitte aus, wie ich einen teilweise in Fig. 83 abgebildet habe. Derselbe stammt von *Tellina nitida* Poli und war mit wässriger Eosinlösung tingiert. Bei y der genannten Figur ist ein Verhältnis abgebildet, wie man es am häufigsten trifft und wie es auch in dem aus dem Cerebralganglion von *Mytilus edulis* L. stammenden Bilde in Fig. 84 sich vorfindet. Man sieht hier (Fig. 83) nämlich 6 kleine unipolare Zellen zum Teil sich untereinander vereinigen, dann aber ihre Vereinigungs- oder ursprünglichen Fortsätze zu einer multipolaren Zelle gehen, die so gewissermaßen einen Sammelpunkt darstellt. Dieses Bild ist, wie gesagt, verschiedene nebensächliche Veränderungen ausgenommen, das häufigste, wie man es auch nach den Figuren 43, 49, 45, 48, 54, 61 a priori erwarten mußte. Ebenso häufig findet man das Verhältnis bei x Fig. 83, wo eine kleinste unipolare Zelle

ihren kurzen Protoplasmafortsatz in den Leib einer größeren unipolaren versenkt.

Doch ich will hiermit die Aufzählung der Thatsachen schließen. Bei der ungeheuren Variabilität dieser Erscheinungen in der Klasse nicht nur, sondern auch bei den Individuen der einzelnen Species würde es ein vergebliches Bemühen sein, alle die einzelnen hochinteressanten Fakta, die noch nicht erwähnt worden, zu beschreiben; auch dürfte ich die Geduld des Lesers dabei auf eine allzu harte Probe stellen. Ich glaube das, was ich angeführt, reicht vollständig aus, um zu einem Verständnis der Bedeutung resp. der Funktion der einzelnen Zellenarten zu gelangen.

Was zunächst die in der Litteratur niedergelegten Ansichten anlangt, soweit sie von Autoren herrühren, welche das Zentralnervensystem der Mollusken untersucht haben, so herrscht ein Zwiespalt, insofern die einen eine Verbindung von Ganglienzellen leugnen, die anderen das Vorkommen derselben als bewiesen hinstellen; und diesen letzteren schließe ich mich, wie klar ist, an. Die Anzahl der letzteren wächst mit der Anzahl derer, die sich mit dem Gehirn der Weichtiere histologisch beschäftigen. Am schärfsten gegen eine solche Vereinigung zweier oder mehrerer Ganglienzellen haben sich BUCHHOLZ (4) und SOLBRIG (34) erklärt. Der letztere Autor, der sich mit wenigen, aber, bei der sonstigen Haltung seiner Arbeit, ungewöhnlich heftigen Worten namentlich gegen WALDEYER (40) und WALTER (41) wendet, sagt l. c. p. 49: „Ich habe niemals, weder auf Durchschnitten, noch an Zerzupfungspräparaten eine Verbindung zwischen einzelnen Ganglienzellen... wahrgenommen.“ Daß er an Zerzupfungspräparaten diese Verbindungen nicht wahrgenommen, nimmt mich Wunder, da gerade der von ihm empfohlene verdünnte Alkohol mit die besten einschlägigen Bilder liefert. Weniger allerdings verwundert es mich, wenn er an Schnittpräparaten nichts hat finden können, denn wenn dieselben alle so waren, wie der auf seiner Tafel VII Fig. 1 teilweise abgebildete, so hat er die Methode keineswegs beherrscht.

HANS SCHULZE (32) hat nur einmal eine Andeutung einer Verbindung gesehen, DIETL (7) spricht sich hierüber gar nicht aus.

Am entschiedensten treten für eine Verbindung zwischen zwei und mehreren Ganglienzellen WALDEYER (40), der Isolationsbilder auf Taf. VIII Fig. 6 und 7 l. c. giebt, und BÉLA HALLER (21) ein, der sie fast in jeder Figur zeichnet.

BÖHMIG (2) hat wenigstens die direkte Verbindung von bi- und multipolaren Zellen gesehen.

Ebenso entschieden, wie WALDEYER und HALLER drückt sich WALTER (41) aus. Er erwähnt die Verbindungen multipolarer Zellen untereinander, dann die Verbindung multipolarer mit großen und mit kleinen unipolaren Zellen und meint, daß die breiten Fortsätze der großen unipolaren Zellen zu den multipolaren, die Fortsätze dieser zu den kleinen unipolaren gingen und erst deren Fortsätze zu Nervenfasern würden. Ihrer Funktion nach sind die großen unipolaren Zellen vegetative oder sympathische, die kleinen unipolaren motorische, die kleinsten unipolaren sensitive und die multipolaren sind Zellen, welche die Reflextätigkeit vermitteln.

So nun liegen die Verhältnisse allerdings nicht, wie dies schon WALDEYER (40) l. c. p. 224 ausgesprochen hat. Denn einmal ist die Auffassung der großen unipolaren Zellen als sympathischer eine irrige, da sie hauptsächlich, wie oben schon erwähnt, den Muskelnerven zum Ursprung dienen, und dann ist die Bedeutung der multipolaren auch eine wesentlich andere.

Die ganz kleinen multipolaren Zellen, die keinen Mark- oder Stammfortsatz, sondern nur zahlreiche Protoplasmafortsätze besitzen, sind, wie ich sie schon weiter oben genannt habe, Schaltzellen. Sie finden sich ausschließlich in dem später noch zu beschreibenden zentralen Nervennetze, in welches sie eingeschaltet sind (Fig. 80 z), um es in seiner Funktion zu verstärken, und das sie mit ihren Fortsätzen bilden helfen.

Die mittleren und großen multipolaren Zellen, die eine große, wechselnde Zahl von Protoplasmafortsätzen und nur einen Markfortsatz haben, sind meiner Auffassung nach als Sammelzellen zu betrachten. Von den verschiedensten Seiten her treten an sie die Protoplasma- oder schmalen Markfortsätze heran. Dieselben werden in ihrem Protoplasmaleibe vereinigt, umgelagert in einer Weise, welche sich der direkten Beobachtung entzieht, die aber doch im höchsten Grade wahrscheinlich ist. Die so vereinigten und umgelagerten Ausläufer kleinerer und mittelgroßer unipolarer Zellen gehen dann in den gemeinsamen Fortsatz, den ausnahmslos fibrillär gestreiften Markfortsatz über, um sich in das Netz der Marksubstanz einzusenken. Weil nun so diese multipolaren Gebilde gewissermaßen die Zentralstelle, oder richtiger den Sammel punkt für eine mehr oder weniger große Zahl anders geformter und gearteter zentraler Nervenzellen sind, von welchen aus sie stets zentralwärts gelegen sind, so verdienen sie den Namen Sammelzellen, glaube ich, mit Recht.

Es wird diese meine Auffassung auch noch durch die topo-

graphische Anordnung unterstützt. Die Zellen bilden stets die mehr oder minder mächtige mehrfache Rindenschicht eines Ganglion; von ihnen zentralwärts liegt die Marksubstanz. In der Rinde nun nehmen die unipolaren Zellen (große, mittlere, kleine und kleinste), ausschließlich in der äußersten Schicht Platz, d. h. in dieser Schicht findet man nur unipolare Zellen. In den darauf folgenden Schichten finden sich alle drei Hauptarten von Zellen promiscue durcheinander. Die multipolaren Zellen sind hauptsächlich in den der Marksubstanz zunächst gelegenen Schichten anzutreffen. Sie nehmen also die von den peripher gelegenen zentralwärts strebenden Zellfortsätze zum Teil in sich auf. Wenn aber DIETL (7) im Anschlusse an HAECKEL (20) p. 89—90 l. c. sagt: „Aus alledem geht hervor, daß nach meinen Anschauungen „den Evertibraten der Typus der multipolaren Zelle in dem Sinne, „wie er den Wirbeltieren zukommt, abgehe,“ so kann ich dem nicht zustimmen. Der Markfortsatz oder Hauptfortsatz der multipolaren Ganglienzellen der Acephalen ist meiner Auffassung nach das Homologon des DEITERS'schen Fortsatzes der polyklonen Ganglienzellen im Vorderhorn des Rückenmarkes der Vertebraten. Dabei ist es morphologisch, glaube ich, durchaus nebensächlich, ob, wie bei dem Axencylinderfortsatz der Wirbeltiere, ein direkter Übergang, oder, wie bei dem Markfortsatz der Acephalen, ein indirekter Übergang zur Peripherie durch Vermittlung eines interpolierten Netzes stattfindet.

Die unipolaren, geminipolen und pseudobipolaren Zellen sind somit die einzigen, von denen aus eine nervöse Erregung ausgehen, resp. in denen sie allein perzipiert werden kann, während die multipolaren Sammelorte für diese Reize sind, die oppositipolen nur als Faseranschwellungen betrachtet werden können.

Bevor ich mich zur Besprechung der Marksubstanz wende, will ich noch folgender Erscheinung Erwähnung thun:

In den Cebraalganglien von *Unio pictorum* und *Anodonta anatina*, aber auch nur hier, fand ich in Isolationspräparaten hin und wieder eigentümliche Gebilde (Fig. 79), die ich als geschwänzte Kerne bezeichnen möchte. Dieselben hatten an ungefärbten Präparaten ein dunkles Aussehen, waren bei *Anodonta* eiförmig (Fig. 79 a) oder kugelrund (b), bei *Unio exquisit* spindelförmig (c, d). Die zu beiden Seiten vorhandenen Schwänze waren

entweder ungeteilt (a und c), oder dichotomisch verzweigt (b), oder endlich es legten sich die ungeteilten Schwänze zweier Gebilde eng aneinander und verschmolzen so (d). Welche Bedeutung diese Gebilde haben, in welcher Beziehung sie zu den Zellen oder Fasern, oder zu beiden stehen, weiß ich nicht zu sagen. Eine Verwechslung mit den geschwänzten Kernen des Neurilemm war absolut auszuschließen, da dieses vor der Isolation entfernt worden war.

Kapitel III.

Die Marksubstanz (DIETL).

Das Gebilde, an dessen Beschreibung ich jetzt gehe, hat seit langer Zeit die Aufmerksamkeit aller Forscher in Anspruch genommen, ohne daß man bisher zu einem vollen Verständnis desselben gelangt war. Ein solches Verständnis ist erst in neuester Zeit durch die Arbeiten von BELLONCI (1) und BÉLA HALLER (21) angebahnt worden.

LEYDIG war es wohl zuerst, der es in seinen überaus zahlreichen Arbeiten über das zentrale Nervensystem der verschiedensten wirbellosen Tiere genauer beschrieb und mit dem indifferenten Namen der zentralen Punktmasse belegte. In seinem „Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere“ (28) giebt er an, dass die Ganglienzellen in die Punktmasse eingebettet seien, und daß sie bei Unio, Anodonta, Paludina noch glänzende, gelb gefärbte Körnchen enthalte. In der Abhandlung über das Nervensystem der Anneliden (29) schildert er die Verhältnisse so, daß den Kern des nervösen Zentralorganes die feine Punktmasse bilde, um welche rindenförmig die Ganglienzellen gelagert sind. Die Fasern lösen sich in der Punktmasse in feinste Fibrillen auf, die viel feiner sind als die Primitivfasern der peripheren Nerven. In einer ferneren Arbeit (30) über „Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken“ erklärt er, daß die Punktmasse zum Teil eine fibrilläre Anordnung hat, zum Teil aus netzförmig gestrickten Fasern, aus einem Gewirr feinsten Fäserchen besteht. Mehrfach hat sich ihm eine netzförmige Anordnung in der Punktsubstanz gezeigt.

Nach WALDEYER (40) ist die Punktmasse ein Gewirr feinsten Fäden, die teils aus der Teilung der unipolaren Zellfortsätze ent-

standen sind, teils von den kleinsten Zellen herrühren. Zwischen diesen Fäden sind überall die kleinsten Zellformen eingebettet.

BUCHHOLZ (4), der einmal die Punktmasse als „granulöses Wesen“ bezeichnet, sagt über den feineren Bau derselben, daß sie aus Nervenfasern, die größtenteils Zellfortsätze sind, ferner aus Fasern feinsten Kalibers, die netzförmig miteinander verbunden sind und hier und da etwas granulöses Gewebe zwischen sich haben, zusammengesetzt sei.

SOLBRIG (54) hat den feineren Bau der Punktsubstanz nicht erkannt; das ist mir unzweifelhaft. Er sagt l. c. Kap. V p. 47, um den indirekten Faserübergang in die Peripherie nachzuweisen, wörtlich folgendes:

„Zerzupft man ein für diesen Zweck maceriertes „Ganglion, so findet sich zwischen den einzelnen Zellen und deren „Fortsätzen eine feine, körnige Masse, die besonders gegen das „Zentrum des Ganglion hin in größerer Menge angehäuft ist. Es „bildet dieselbe, wenn man nicht passende Reagentien, für welchen „Zweck ich besonders den $\frac{1}{5}$ ‰ Alkohol empfehlen kann, 1) an- „wendet, ein fast unentwirrbares Ganzes. Ist es aber gelungen, „mit Hilfe dieser Methode dasselbe so fein als möglich zu zer- „zupfen, so schwindet mit dem Grade der Durchsichtigkeit des „Präparates auch das Dunkel, das über demselben schwebte. Es „zeigt sich, daß diese granulöse Masse durchzogen ist „von einem merkwürdig feinen Fasersystem, dessen „Fibrillen an dem Rande des Präparates oft auf „weite Strecken hin isoliert verfolgt werden können, „und die etc.“

Ich habe diese Stelle vollständig angeführt, um zu zeigen, daß SOLBRIG thatsächlich den Bau der Marksubstanz nicht verstanden hat. Denn weder beschreibt er das Fasersystem näher, noch giebt er an, was zwischen den einzelnen Fasern liegt, noch endlich ist seine Fig. 1 auf Taf. VI, die hierher gehört, so gehalten, wie sie bei voller Erkenntnis der Sache gehalten sein müßte.

Auch DIETL (7), der zuerst die Bezeichnung „Marksubstanz“ für diesen Teil des Nervensystems der Wirbellosen an Stelle des

1) SOLBRIG bezeichnet konstant seine Mischung als $\frac{1}{5}$ ‰ Alkohol. Das ist aber durchaus irrig; in 6 Teilen Flüssigkeit ist 1 Teil Alkohol und 5 Teile Wasser; die von mir vorgeschlagene Benennung als $\frac{1}{6}$ Alkohol ist daher richtiger.

indifferenten LEYDIG'schen Wortes gebraucht hat, welche Bezeichnung ich für allein richtig halte, hat doch den feineren Bau dieses Gebildes nicht klar erkannt. Die Marksubstanz besteht in letzter Instanz nach ihm aus Fasern von überaus verschiedener Anordnung, aber dem gemeinsamen Charakteristikum, daß diese Fasern durch zahlreiche Anastomosen ein unentwirrbares Netzwerk darstellen. Die Fäden dieses Netzwerkes sind von verschiedenem Kaliber, die Maschen haben zuweilen eine bestimmte Verlaufsrichtung. An anderen Stellen, besonders an den Sinnesanschwellungen der Cephalopoden, wird das Maschenwerk außerordentlich fein, an wiederum anderen Stellen wird es lockerer.

Aber aus dieser kurz skizzierten Beschreibung erhellt noch nicht die Berechtigung DIETLS, die „Punktmasse“ LEYDIGS in „Markmasse“ umzutaufen. Meiner Ansicht nach darf man in der Lehre vom Nervensystem den Terminus „Mark“ nur da anwenden, wo wirklich Mark, Nervenmark, oder eine markähnliche Substanz vorhanden ist. Den Nachweis einer solchen Substanz, den ich nachher führen werde, ist aber DIETL schuldig geblieben.

BÖHMIG (2) nennt die Marksubstanz „im Anschluß an viele Autoren einen Filz feinsten Fasern und Fibrillen“ (l. c. pag. 10), scheint aber, da er nicht viel mehr darüber aussagt, die Struktur nicht erkannt zu haben.

Am klarsten drückt sich aus und am tiefsten in das Verständnis unseres Gebildes eingedrungen ist BÉLA HALLER (21) in seiner trefflichen Arbeit über marine Rhipidoglossen, II. Studie. Er nennt das uns beschäftigende Gebilde „zentrales Nervennetz“. Diesen Ausdruck hat BELLONCI (1) schon vor ihm zur Bezeichnung eines ganz ähnlichen Netzes im Gehirn der Fische gebraucht; offenbar ist dessen Arbeit aber HALLER's Aufmerksamkeit entgangen, sonst würde er sie jedenfalls erwähnt haben.

HALLER (21) nun beschreibt mit folgenden Worten das Nervennetz pag. 358 l. c.: „wie wir schon erörtert haben, „sind zum größten Teile die Fortsätze der Ganglienzellen solche, „die, nachdem sie aus der Zelle traten, entweder sofort oder nach „längerem, oft sehr langem Verlaufe sich in ihre Endäste auflösen. „Diese Endverzweigungen sind von der subtilsten Art. Aus den „Nachbarzellen vereinigen sich die Endäste mit gleichfalls ver- „zweigten Fortsätzen zu einem mit polyedrischen Maschen ausge- „statteten Netze“.

Ferner pag. 359: „Da die Ganglienzellschicht innerhalb „des Zentralnervensystems eine kortikale Lagerung einnimmt, findet

„sich das Nervennetz naturgemäß als Kernsubstanz vor, weshalb ich es zentrales Nervennetz nannte.“

Er schließt seine Betrachtungen über diesen Gegenstand mit den Worten pag. 361: „Demnach findet sich im Kernteile des „Zentralnervensystems der Rhipidoglossen weder sogen. Punktsubstanz, noch die bei den Vertebraten vorkommende VIRCHOW'sche „Neuroglia vor, sondern das Ganze wird von einem subtilen Nervennetze ausgefüllt, dessen Ursprung die Ganglienzellen sind“.

Mit einigen später zu besprechenden Erweiterungen schließe ich mich dieser Auffassung vom Bau der Marksubstanz an.

Bei Wirbeltieren scheint ein ähnliches Netz vorzukommen, wie man aus GERLACHS Angaben im Stricker'schen Handbuche schließen muß und wie namentlich aus der bereits erwähnten Arbeit von BELLONCI (1) über das Tectum opticum der Knochenfische klar hervorgeht. Der letztere Forscher schildert ein im ganzen Tectum opticum verbreitetes feines Nervennetz, dessen Maschen von so feinen Fäden hergestellt werden, daß sie bloß bei den stärksten Vergrößerungen (1000:1) und nach längerer „praktischer Übung im Studium der nervösen Gewebe“ erkannt werden können. Gleich HALLER hat auch BELLONCI das Netz durch Osmiumhärtung dargestellt; die Abbildung, die er auf Taf. II Fig. 1 l. c. giebt, zeigt das Netz etwas anders geartet, wie das von HALLER für die Rhipidoglossen beschriebene, und mehr dem gleichend, wie ich es bei Acephalen gesehen habe.

Endlich haben STRICKER und UNGER (37) aus der Großhirnrinde von Wirbeltieren ein Netz beschrieben, das sie als bindegewebiger Natur auffassen. Mit diesem Netzwerk der Binde substanz sollen die Ausläufer der Ganglienzellen in kontinuierlicher Verbindung stehen. Ausserdem kommen Übergangsformen von den Zellen der Binde substanz zu den Ganglienzellen vor.

Wenn das wirklich so ist, wie STRICKER und UNGER angeben, dann ist das von ihnen beschriebene Netz mit dem von BELLONCI und HALLER beschriebenen und von mir noch zu beschreibenden keineswegs identisch.

Aus dieser gedrängten Übersicht geht hervor, daß nur HALLER die feinere Struktur der Marksubstanz erkannt hat, DIETL dieselbe zu ahnen schien, während alle übrigen Autoren sich mit Bemerkungen wie „Filz feinsten Fasern“, „Gewirr feiner Fäserchen“ etc. abfinden.

Ich gehe zur Beschreibung dessen über, was ich selber gefunden habe.

Wenn man ein Zupfpräparat, das von einem in dünnem Alkohol oder in Chromkalilösung mazerierten, mit Karmin, einer Anilinfarbe oder mit Gold behandelten Ganglion angefertigt und in reinem Glycerin aufbewahrt war, sich etwa 8—14 Tage nach seiner Fertigstellung wieder einmal ansieht, so findet man, daß der Marksubstanz zahlreiche, außerordentlich verschiedenartig geformte Bildungen ankleben. Die isolierten Zellen resp. Zellgruppen sind frei davon; nur an denjenigen Ganglienzellen finden sie sich, wenn auch nicht so reichlich wie an der Marksubstanz, vor, die mit dieser im Zusammenhang geblieben sind. Diese Bildungen sind entweder kugelrunde Tropfen oder Ringe, manchmal haben sie Flaschen- oder Sanduhrform, oder sind kolbige oder retortenförmig gestaltete Massen; manche haben ein ganz undefinierbares Aussehen. Sie sind entweder einfach oder doppelt konturiert; der doppelte Kontur, der hin und wieder konzentrische Schichtung zeigt, ist stets stärker lichtbrechend, als der Inhalt der Bildungen, von leicht grünlichem Glanze; die Innenmasse ist homogen oder enthält dunkle Körperchen und hat ein mattglänzendes Aussehen. Kurz wir haben es hier mit den Myelinformen zu thun, die von der markhaltigen Nervenfasern der Wirbeltiere her jedem Mikroskopiker zur Genüge bekannt sind. Dieselben sind stets ungefärbt, mag man einen Farbstoff angewendet haben, welchen man will. Auch in Präparaten, die mit Überosmiumsäure behandelt waren, finden sie sich vor und sind hier ungefärbt, während die Fäserchen des Netzes leicht gebräunt sind, der Inhalt der Maschen wie versengt aussieht. Daß die Myelinformen mit Osmium sich nicht färben, habe ich vor Jahren, als ich unter der Leitung meines verstorbenen Lehrers KARL SACHS die Ranvier'schen Einschnürungen und Lantermann'schen Einkerbungen studierte (cfr. Archiv von His und Braune 1879), konstatieren können. Aus den markhaltigen, durch Osmium geschwärzten Nerven, wenn sie in Glycerin aufbewahrt werden, treten nämlich die bekannten Myelinformen aus und haben ein ganz hyalines Aussehen.

Zerpupft man ein Ganglion in einer sogenannten indifferenten Flüssigkeit und setzt dann seitlich irgend eines der Reagentien zu, die auf das Nervensystem verflüssigend wirken (Kalilauge, kaustisches Ammoniak, Aq. dest. etc.), so sieht man zunächst, daß in den sich auflösenden Massen die zerstörten Zellen schneller

fließen, als der Inhalt der Marksubstanz. Dieser tritt aus den Rißenden der einzelnen Stücke in langen feinen Fäden heraus, die eine visköse Beschaffenheit zu haben scheinen. Dieselben ziehen sich ziemlich lang aus, spalten sich dann an der Spitze, die Spaltfäden biegen sich, indem sie sich von einander entfernen, nach außen um, vereinigen sich dann wieder und bilden so einen mit Flüssigkeit erfüllten Raum, der sich endlich abschnürt und als Myelintropfen im Präparate umherschwimmt. Dieser Vorgang findet konstant statt, mag das Endresultat ein einfacher Tropfen oder ein abenteuerlich aussehendes Gebilde sein. Am besten kann man diese Verhältnisse studieren nach seitlichem Zusatz von verdünntem liq. ammon. caust. Ist nun der Inhalt des Stückes Marksubstanz, das man gerade beobachtet, vollständig ausgetreten, wozu mitunter Stunden erforderlich sind, so bleibt ein Rest zurück, der eine netzartige Struktur hat. Dieses Netz unterscheidet sich von dem, welches die ausgelaugte Zelle zurückläßt, durch seine bedeutend weiteren Maschen und gleicht ihm darin, daß es auf keinen Farbstoff mehr reagiert.

Überhaupt nimmt die Marksubstanz Färbemittel sehr schwer an; Osmium in dünnen Lösungen giebt ihr ein hyalines, in stärkeren ein versengtes Aussehen und färbt nur bräunlich die hie und da zerstreut vorkommenden Fetttröpfchen oder richtiger Fettpünktchen.

Das Vorkommen von Myelin im Zentralnervensystem von Mollusken und die Art und Weise, wie es sich selber sichtbar macht, ist aber allen Beobachtern bisher vollständig entgangen. Nur JOBERT (25) beschreibt seine Existenz bei den Fühlernerven (?) und dem Fühlerganglion der Heliciden und sagt in seinen Schlußfolgerungen: „I^o. Chez les hélicines les nerfs sont pourvu de „myeline, ce même fait peut-être constaté chez les acéphales de nos côtes, qu'il nous a été donné d'observer (Mytilus, „Pecten, Cardium etc.)“ Dieser Beobachtung gedenkt nur FLEMMING (11) in seinen gegen HUGUENIN gerichteten Bemerkungen; an die Richtigkeit derselben schien er nicht zu glauben. Daß die JOBERT'schen Angaben so ganz und gar nicht beobachtet worden sind, liegt wohl hauptsächlich daran, daß die Abbildungen, die er seiner citierten Arbeit beigegeben, recht unvollkommen sind, soweit sie die Histologie des Helicidenfühlers betreffen, und recht unnötig, soweit sie die Myelinformen darstellen. Indessen richtig war das, was JOBERT gesehen, und ihm gebührt daher jedenfalls die Priorität.

RUDOLF VIRCHOW (39) stellt in seiner Cellularpathologie für die Art und Weise, wie Myelin in die Erscheinung tritt, zwei Modalitäten auf, je nachdem man es mit Nervenfasern oder mit zellenreichen Geweben zu thun hat, und zwar sagt er (pg. 277): „Nur die Nervenfaser hat die Eigentümlichkeit, daß die Substanz „als solche sich abscheidet, während sie in allen anderen zelligen „Teilen in einer fein verteilten Weise im Inneren der Elemente „enthalten ist und erst bei chemischen Einwirkungen aus demselben frei wird.“ Hier haben wir es also mit der ersten Modalität zu thun, da zellige Elemente in der Marksubstanz der Ganglien der Acephalen nicht vorkommen, von den bei dieser Frage nicht zu berücksichtigenden Schaltzellen abgesehen, und ferner, weil besondere chemische Einwirkungen und Operationen nicht vonnöten sind, um das Myelin sichtbar zu machen, vielmehr eine mehr mechanische, möchte ich fast sagen, Behandlungsweise ausreicht.

Es kommt also im Zentralnervensystem der Acephalen, wenn auch nicht das Nervenmark der Wirbeltiere selber (dagegen spricht die mangelhafte Wirkung des für Nervenmark souveränen Reagens, der Überosmiumsäure), so doch eine nervenmarkähnliche Substanz vor, welche unter gewissen Bedingungen die charakteristischen Erscheinungen des Myelin darbietet. Dieses Vorkommen einer markartigen Substanz aber berechtigt zu der Bezeichnung des Gebildes, die DIETL vorgeschlagen und die ich adoptiert habe.

Das zentrale Nervennetz (Bellonci - Haller), zu dessen Beschreibung ich jetzt übergehe, ist am besten auf Längsschnitten zu studieren, die mit sehr dünnen Karminlösungen (cfr. Kap. I) tingiert sind. Es stellt sich dar (Fig. 80) als ein Netz, dessen Maschen von verschiedener Gestalt sind, dreieckig, viereckig und vieleckig. Die Fäden dieser Maschen sind außerordentlich zart und zeigen an den Stellen, wo sie sich kreuzen resp. verflechten, knötchenförmige Verdickungen, die im mikroskopischen Bilde als dunkle Punkte erscheinen (Fig. 80 und 83). Diese Punkte sind nicht der optische Ausdruck für die Übereinanderlagerung oder Durchflechtung der Fäden, sondern sind wirkliche Verdickungen, wie dies an Isolationspräparaten klar wird (Fig. 76 a), in denen unter günstigen Umständen Reste dieses Netzes erhalten sind. Hier sieht man oft die einzelnen Fädchen ausgerissen aus dem Maschenwerk und diese sind dann stets mit punktförmigen Varikositäten besetzt. HALLER (21) zeichnet diese Varikositäten nir-

gends, BELLONCI (1) dagegen giebt eine ebensolche Abbildung, wie ich. Gebildet wird das Netz durch die Fortsätze der Ganglienzellen und zwar der in der Rinde gelegenen, wie der Schaltzellen (Fig. 80 z). Die in die Marksubstanz eintretenden Fortsätze der Zellen teilen sich alle in der Weise, wie dies in Kap. II. beschrieben wurde, in feinste Fibrillen. Diese vereinigen sich mit den gleichen Teilprodukten der Fortsätze benachbarter Zellen unter verschiedenen Winkeln. Von diesen Vereinigungsstellen gehen wieder Fortsätze aus und so entsteht das zierliche Netz, welches der Marksubstanz ihr charakteristisches Aussehen verleiht.

(In der Fig. 83 habe ich die ersten Teilungsprodukte der Zellfortsätze der Deutlichkeit wegen stärker hervorgehoben, als die übrigen Netzfäden; es entspricht dies aber der Wirklichkeit nicht.)

Die Bedeutung der Schaltzellen für die Netzbildung ist nur an Isolationspräparaten zu erkennen (z. B. Fig. 63), während an Schnittpräparaten (Fig. 80. z.) diese Zellen fast den Eindruck apolarer, in das Netz eingeschalteter Gebilde erwecken.

Eine bestimmte Verlaufsrichtung, etwa den durchziehenden Faserbündeln entsprechend, haben die Maschen nicht; nur im Visceralganglion von *Pecten Jacobaeus* ist das anders, wie im Kap. VI. näher beschrieben werden soll.

Der dritte Bestandteil der Marksubstanz sind feine Fibrillen (Fig. 76 b.) Dieselben sehen an den Rißenden des Isolationspräparates heraus, sind oft auf weite Strecken isoliert und stets varikös. Sie sind außerordentlich schmal, aber nicht schmaler als die peripheren Fibrillen und nehmen immer nur einen schwachen Farbenton an, welches auch das färbende Reagens gewesen sein mag.

Sie stellen stets das Produkt des zentralen Netzes dar, aus dem sie sich, wie es mir manchmal erschienen, durch Verschmelzung von 2 oder höchstens 3 Netzfibrillen entwickeln. Diese Entwicklung hat aber nicht erst am Abgang der peripheren Stämme statt, sondern tritt schon in der Marksubstanz selber ein. Das Netz ist daher keineswegs geschlossen, sondern durch die auf Längsschnitten $\frac{1}{2}$ deutlich sichtbaren Fasern, die bündelweise zusammengefaßt sind, unterbrochen. Die Fasern selber treten durch die Maschen des Netzes hindurch, um von ihrem Bildungsort zur Peripherie zu gelangen und werden wohl durch die markähnliche Substanz von den Fibrillen des Netzes isoliert. Sie gehen in den peripheren Stamm über, der somit nur wenige

direkte Zellfortsätze enthält (die Stammfortsätze), in seiner Hauptmasse vielmehr aus den Produkten des zentralen Nervennetzes besteht.

Die Marksubstanz enthält weiter keine Gebilde; vor allen Dingen ist zu betonen, daß bindegewebige Elemente in ihr nicht vorhanden sind. Vielmehr besteht sie aus einem äußerst zierlichen Netze, das von den Fortsätzen der Ganglienzellen gebildet wird, und enthält einen nervenmarkähnlichen Stoff, der vielleicht in den Maschen des Netzes in festweichem Aggregatzustande suspendiert ist. **Die Marksubstanz im Zentralnervensystem der Acephalen ist somit als Homologon der weißen Substanz im Gehirn der Vertebraten zu betrachten**, während die Zellrinde der grauen Rinde homolog ist.

Kapitel IV.

Die peripheren Nervenstämme.

Während die Nervenstämme der anderen Mollusken nach den Angaben von LEYDIG (28, 30), BUCHHOLZ (4), WALTER (41), WALDEYER (40), SOLBRIG (34), BOEHMIG (2) u. a. aus den sogenannten sekundären Fibrillenbündeln bestehen, kommt bei den Acephalen nur die von WALDEYER (40) mit Recht als der morphologisch unvollkommnere Typus bezeichnete Anordnung vor, daß die aus einer Ganglienabteilung austretenden Fasern in ein einziges großes Bündel „Axenfibrillen“ zusammengefaßt sind. Platte, bandartige Fasern oder runde, cylindrische Stränge finden sich niemals vor, nur parallel verlaufende, mitunter variköse Fäden. Dieselben sind in einer neurilemmatischen Hülle eingebettet, welche von der inneren Hülle des Ganglion stammt und zahlreiche Kerne enthält. Diese Kerne sind längs oval (Fig. 81), durch Gold dunkelrot gefärbt, doppelt geschwänzt. Sie enthalten dunkle Körnungen, 3—7, die in einer Reihe hintereinander angeordnet sind. Sie variieren ziemlich beträchtlich in ihrem Längsdurchmesser, während der Breitendurchmesser sich gleich bleibt.

Im Inneren des Stammes, zwischen den Fibrillen, liegt eine Art Kerne, die von den neurilemmatischen verschieden ist. Diese sind kreisrund, blaßrosa durch Gold tingiert, haben meistens ein

deutliches, dunkles Kernkörperchen, sonst aber durchaus homogenen Inhalt. Wo der Nucleolus, um den herum eine kreisrunde hellere Zone sich findet, nicht deutlich sichtbar ist, da wird er von den darüberhinziehenden Fibrillen verdeckt. Peripher und zentral finden sich zuweilen dunkle Körnungen, die eine zusammenhängende Reihe bilden, in welcher der am meisten zentralwärts gelegene Kern der kleinste ist, der am meisten peripher gelegene der größte, und die so angeordnet sind, daß eine gleiche Anzahl am zentralen und peripheren Pole liegt. Diese letzteren sind die größten (Fig. 81). Hin und wieder finden sich auch einzelne Körnungen zerstreut vor. Außerdem sind in den peripheren Stämmen noch kleine, sehr intensiv gefärbte, oppositipole Zellen mit großem Kern und dunklem Kernkörperchen eingeschaltet, die mitunter mit zwei Fibrillen zentralwärts in Verbindung stehen. CHATIN (6) giebt an, daß die Nerven der Unioniden ein axiales Fibrillenbündel sind, das von einem Mantel fein granulierten Protoplasmas umgeben ist. Dies kann ich leider nicht bestätigen. Nach meinen Beobachtungen sind die einzelnen Axenfibrillen voneinander durch eine homogene Zwischenmasse getrennt und damit funktionell isoliert, die keine Myelinformen bildet, und in der auch niemals Pigment zu sehen ist, wie ich im Gegensatze zu CHATIN (6) und VIGNAL (38) hervorheben muß. Auch der komplizierte Bau der Nervenöhle, wie ihn BOEHMIG (2) bei den Pulmonaten beschreibt, kommt den Acephalen nicht zu. Hier sind die Nervenfasern einfach ein primäres Bündel von Axenfibrillen.

Kapitel V.

Die Hüllen der Ganglien.

Die zentralen Apparate des Nervensystems der Acephalen werden bei allen von mir untersuchten Arten von zwei Hüllen umschlossen, einer äußeren und einer inneren.

Die innere Hülle, die nur bei Pecten Fortsätze zwischen die einzelnen Zellen sendet, liegt dem Ganglion fest an. Sie ist eine aus mehreren Lamellen, die eine feinere Struktur nicht erkennen lassen, bestehende Membran, die auf Schnitten sich nicht selten infolge des Zuges der Messerklinge auf weite Strecken ab-

gehoben hat. Sie begleitet die abgehenden peripheren Stämme und nimmt hier das im vorigen Kapitel charakterisierte Aussehen an. In den Pedalganglien überzieht sie die verborgene Kommissur und wird bei den Unioniden zufolge der hier zahlreich vorhandenen Verbindungsstränge zum Durchtritt dieser letzteren siebförmig durchlöchert.

Die äußere Hülle, die den Ganglien nur lose anliegt, erreicht am Visceralganglion ihre höchste Ausbildung. Sie besteht aus feinen Bündeln längsgerichteter Bindegewebsfibrillen, welche miteinander in der verschiedensten Art durch zarte, bindegewebige Stränge verbunden sind. So entsteht ein sehr weitmaschiges Netz, in dem protoplasmareiche, membranlose, nur einen Kern enthaltende Zellen liegen; und zwar finden sich in einer Masche häufig mehrere dieser Zellen vor (Fig. 82). Dieselben sind auf Schnittpräparaten meistens in einer Ecke einer Masche anzutreffen, offenbar weil sie durch die zur Konservierung angewandten Reagentien geschrumpft sind. Man kann im allgemeinen nach den Ergebnissen der Tinktion zwei Formen unterscheiden: Zellen, die sich intensiv färben, und Zellen von mehr schleimiger Beschaffenheit, welche den Farbstoff nur wenig oder gar nicht angenommen haben.

Nur bei *Mytilus edulis* liegt diese Hülle dem Ganglion eng an und ihre innerste Schicht erhält durch die Ganglienzellen tellerförmige Vertiefungen. In diesen Vertiefungen kleben die Zellen ziemlich fest an und werden mit der Hülle bisweilen abgerissen, wenn das Ganglion durch die Nadeln zerzupft wird. Es erhält dann den Anschein, als ob die am meisten kortikal sich findenden Zellen eine Membran haben, und kann zu Täuschungen in dieser Hinsicht Veranlassung geben, wie denn auch HANS SCHULTZE (32) in eine solche Täuschung verfallen ist.

Bei den Unioniden sind in den Maschenräumen der äußeren Hülle des Visceralganglion amorphe Partikel von wahrscheinlich phosphorsaurem Kalk abgelagert. Die Hülle erhält dadurch bei auffallendem Lichte weißes, bei durchfallendem braunschwarzes Aussehen. Beobachtet man die äußere Hülle in Wasser und setzt seitlich verdünnte Oxalsäure hinzu, so schießen augenblicklich am Rande des Präparates, ohne daß ein Aufbrausen des Kalkes wahrzunehmen ist, Krystalle von oxalsaurem Kalk in Form von sechseckigen Doppelpyramiden an, die bald einzeln, bald haufenweise liegen. Je weiter das Reagens in das Innere dringt, desto massenhafter werden die Krystalle. Gleichzeitig verbreitet sich vom Präparat aus ein angenehmer, säuerlicher, er-

frischender Geruch. Setzt man nun auf der anderen Seite konzentrierte H_2SO_4 hinzu und saugt mittels Fließpapiers die Oxalsäure ab, so findet augenblicklich, ohne Übergang, eine Umkrystallisierung statt, dergestalt, daß jetzt an Stelle der Krystalle des oxalsauren Kalkes nadel- oder plattenförmige, zu Büscheln oder Kugeln gruppierte Krystalle des schwefelsauren Kalkes überall mit Blitzesschnelle anschießen. Diese Krystalle verändern sich nicht mehr, auch wenn jetzt wieder Oxalsäure zugesetzt würde. Ebenso wenig entfaltet letztere Flüssigkeit eine Wirkung, wenn die Ganglionhülle von Anfang an mit H_2SO_4 behandelt worden war.

Kapitel VI.

Die Topographie der Ganglien.

Da die Cerebral-, Pedal- und vor allem das Visceralganglion von *Pecten Jacobaeus* in ihrem inneren Aufbau Verhältnisse darbieten, die wesentlich verschieden sind von denen aller übrigen Muscheln, so will ich dieselben erst dann schildern, wenn ich die topographische Anordnung bei allen übrigen Arten beschrieben habe.

Gemeinsam allen Acephalen, wie schon früher hervorgehoben, und wie die Beobachter aller übrigen Klassen der Mollusken gleichfalls angeben, ist die Anordnung, daß die Zellen der einzelnen Ganglien in einer stets mehrfachen Rindenschicht die im Kern der Organe gelegene Marksubstanz umhüllen. Sie bilden einen Mantel um das Mark, der nur durch die aus letzterem hervorgehenden Nervenstämme unterbrochen wird.

Zwischen den Zellen findet sich, *Pecten* ausgenommen, nie eine bindegewebige Masse, die etwa als Homologon oder Analogon der Neuroglia im Zentralnervensystem oder des, wie ich es in meinen Arbeiten über die Spinalganglien genannt, perizellulären Gewebes im peripheren Gangliennervensystem der Vertebraten betrachtet werden könnte. Hierin befinde ich mich in voller Übereinstimmung mit BÉLA HALLER (21), der für *Rhipidoglossen* das gleiche Verhältnis konstatieren konnte.

Auf diese rein kortikale Lagerung ist es auch zurückzuführen, daß niemals Gruppierungen von Zellen vorkommen, die als Nervenkerne, wie sie die Histologie von Gehirn und Rückenmark der

Wirbeltiere kennen gelehrt hat, betrachtet werden dürfen. Nur wenn zwei verschiedene Nervenstämme unmittelbar nebeneinander die Zellrinde durchbrechen, oder wenn ein Stamm sich nach seinem Eintritt ins Ganglion teilt (cfr. Fig. 89.), dann kommt es vor, daß die einzelnen Bündel eine Gruppe von Zellen zwischen sich fassen. Solche Zellenklaven haben aber nie den Wert von Nervenkerneln.

Der Faserverlauf innerhalb der einzelnen Ganglien ist nur an Schnitten zu studieren, die parallel zur Längsaxe des Tieres gelegt sind. Quer-, Schräg- und Transversalschnitte geben keinen genügenden Aufschluß, was darauf zurückzuführen ist, daß die Faserung der Zentralorgane der Acephalen fast ausnahmslos in der longitudinalen Axe des Tieres statt hat. Es erhellt letzteres auch daraus, daß man auf Längsschnitten ganz außerordentlich wenig quergetroffene Fasern findet, während auf Querschnitten die längs getroffenen Züge in der Minderzahl vorhanden sind.

Ich gehe nun über zur Schilderung der

Topographie der Cerebralganglien (cfr. Fig. 91).

Wie aus dem ersten Teil dieser Arbeit bekannt, gehen von den Cerebralganglien je 6 Nervenstämme ab, und zwar drei in die Organe des Tieres, die am Munde und um denselben liegen, außerdem die Kommissur zum gegenseitigen Ganglion und die Konnektive zum Pedal- bzw. Visceralganglion. Die Nerven sind am Ganglion so gruppiert, wie dies die Taf. V zeigt, daß die äußere Seite von den Organ-, die innere von den Verbindungsnerven besetzt ist. Demgemäß gestaltet sich auch die innere Gliederung. Es nehmen die Ursprünge der Organnerven die laterale Hälfte in Beschlag, die der Verbindungsnerven die mediane. Die Ganglienzellen, welche die Rinde der lateralen Hälfte bilden, sind bedeutend kleiner, zahlreicher und liegen dichter gedrängt, als die der medianen, welche weniger dicht, weniger zahlreich und viel größer sind. Nur bei *Mytilus edulis* und *Lithodomus dactylus* ist das nicht der Fall, indem hier eine solche Sonderung, die am ausgeprägtesten bei *Unio* sich findet, nicht statt hat, vielmehr die Nervenursprünge ebenso durcheinander liegen, wie die Zellen (cfr. Fig. 84).

Die Faserzüge, welche die laterale Rindenhälfte bildet, bleiben im Ganglion derselben Seite; eine Kreuzung durch Kommissur und Konnektive findet nicht statt. Außerdem aber erhält noch jeder der hier entstehenden Stämme Fasern, die von der medianen

Rinde des Cerebralganglion der Gegenseite durch die Kommissur kommen; ferner Fasern aus dem Pedalganglion durch das Cerebropedalkonnectiv. Da diese Faserzüge, wie das auf feinen Serienschnitten ersichtlich, von großen Zellen herkommen, so glaube ich sie als motorische, die im Ganglion selber entspringenden als sensible resp. sensitive auffassen zu dürfen. Die Organnerven der Cerebralganglien sind daher durchweg gemischte Stämme, wie das auch a priori aus dem peripheren Verbreitungsbezirk derselben anzunehmen war.

Vierfach ist also der Ursprung der Nervenstämme, in dem sie Faserbündel erhalten 1) vom gleichseitigen, 2) vom gegenseitigen Cerebral-, 3) vom Pedal- und 4) vom Visceralganglion (cfr. Fig. 91 und die Erklärung dazu).

Die Züge, als deren Ursprungsort die mediane Rindenhälfte zu betrachten ist, gehen nach folgenden Richtungen: 1) durch die Kommissur zum Ganglion der Gegenseite für dessen periphere Stämme, 2) durch das Cerebropedalkonnectiv zum Pedalganglion und 3) durch das Cerebrovisceralkonnectiv zum Visceralganglion. Wie der Verlauf in diesen beiden Ganglien ist, wird später besprochen werden. Dabei ist ferner hervorzuheben, daß die Fasern, welche zur Kommissur gehen, vor der Mitte herkommen, ebenso die zum Cerebropedalkonnectiv; die Fasern zum Cerebrovisceralkonnectiv entspringen nach hinten von der Mitte des Organes. Es findet also durch Kommissur und Konnective eine teilweise Faserkreuzung statt.

Von der am oralen Pole gelegenen Rinde gehen Faserzüge zur Kommissur und zu beiden Konnectiven; die zum Visceralganglion ziehenden sind stärker, als die zum Pedalganglion ziehenden, in Fig. 91 daher doppelt gezeichnet (ζ , η).

Die Kommissur selber ist als ein stets pigmentloser Teil des Ganglion aufzufassen. Sie wird umgeben von Zellen; zwischen den einzelnen Bündeln finden sich Zellen und gleichzeitig ist ein Nervennetz stets vorhanden.

Den Konnectiven liegen ebenfalls seitlich Ganglienzellen an (in der Schemafigur nicht angedeutet), doch nicht auf ihrer ganzen Länge, sondern nur eine Strecke weit, die etwa dem Längsdurchmesser des Cerebralganglion entspricht.

Topographie der Pedalganglien. (cfr. Fig. 92.)

Fertigt man von den Pedalganglien Längsschnitte an, so trifft man zuerst nur Zellen, dann zeigt sich in der Mitte des Schnittes

ein transversal verlaufendes Nervenbündel, das, je weiter man sich dem Zentrum des Organes nähert, an Breite zunimmt und so den Aufbau klar macht. Man erkennt so, daß das äußerlich einheitlich erscheinende Organ aus zwei symmetrischen Hälften besteht, die durch eine Kommissur, jenes transversale Bündel, miteinander innig und untrennbar verbunden sind und vorn und hinten eine mäßig große Inzisur zeigen. Die Kommissur nimmt die Mitte des Präparates ein, während die Zellen eine Rindenschicht bilden, die, je nach der Höhe, in der der Schnitt liegt, bald mächtiger, bald schwächer ist, am massigsten aber stets an dem oralen und aboralen Pole auftritt (in der Schema-Figur nicht wiedergegeben). Je nach der äußeren Konfiguration des Organes, die teils eine oblonge oder richtiger eiförmige (*Mya*, *Pholas*, *Tellina*), teils eine kugelige ist (*Mytilus*, *Lithodomus*, *Dreissena*), ist das Querschnittsbild mehr oder weniger ähnlich dem Querschnittsbilde des Rückenmarkes eines Säugetieres. Mit dem Unterschiede allerdings, daß hier bei Acephalen das H von der Marksubstanz, dem Homologon der weißen Substanz, gebildet wird, während die graue Substanz als Rindenschicht die erstere umgiebt.

Die innere Hülle des Ganglion liegt demselben eng an, schickt vorn und hinten einen Fortsatz in die Rinde, welcher sich mit dem der Gegenseite unter einem kurzen Bogen vereinigt, aber zwischen die Kommissur nicht geht, sondern diese nur äußerlich überzieht. Der Faserverlauf ist ein höchst komplizierter und infolge des hier sehr dichten zentralen Netzes ein nur mit Mühe zu eruierender. Die Unioniden, deren Pedalganglion besonders besprochen werden soll, ausgenommen, kann man im allgemeinen folgendes Schema aufstellen (Fig. 92.):

1) Von den Zellen, welche massig am oralen Pole jederseits vom Septum aufgehäuft sind, entspringen Fasern, welche zum Konnektiv derselben Seite ziehen. (NB. Die Nummern der Figur entsprechen den hier im Text gewählten.)

2) Von ebendaher kommen Faserzüge, die sich kreuzend zum Konnektiv der Gegenseite begeben.

3) Von den am aboralen Pole angehäuften Zellen gehen Faserzüge zu den Nerven, welche die Muskulatur und einen Teil der Mitteldarmdrüse versorgen, und zwar zu den Nerven der gleichen Seite.

4) Von derselben Stelle Züge zu den gleichnamigen Nerven der Gegenseite, sich kreuzend.

5) Von den lateralen Zellschichten der vorderen Hälfte Fasern

zu der Gegenseite, die sich zu den Muskel- und Lebernerven begeben.

6) Von ebendaher Fasern zum Konnektiv derselben und,
6 a) der Gegenseite.

7) Von den lateralen Zellschichten der hinteren Hälfte nur Fasern zu den Nerven derselben Seite, welche nach hinten in die Organe gehen.

8) Endlich enthält das Konnektiv Faserbündel, welche direkt nach hinten zu dem vom Ganglion entspringenden Nerven derselben Seite für die Eingeweide gehen, deren Ursprung im Cerebralganglion ist.

Dagegen findet sich keine Andeutung, welche auf eine hier stattfindende Kreuzung der vom Cerebralganglion entspringenden Konnektivfasern schließen ließe.

Wesentlich abweichend verhält sich das Pedalganglion der Unioniden, wie sich das auch nicht anders nach den im Teil I gemachten Angaben über seinen makroskopisch erkennbaren Bau erwarten ließ.

Auf Längsschnitten durch das Organ erhält man zuerst jede Hälfte gesondert auf der Schnittfläche, dann sind beide vereint, doch in leicht zerreißlicher Weise. Je mehr man sich dem Zentrum des Organes nähert, desto konsistenter wird der Zusammenhang, der sich bei ferneren Schnitten wieder lockert, bis man schließlich in derselben Weise, wie anfangs, zwei Präparate bekommt. Es geht daraus hervor, daß die Hälften des Organes nur in einem Teile ihres Dickendurchmessers zusammenhängen und daß dieser Zusammenhang in der Mitte am stärksten ist. Schon darin ist ein Unterschied vorhanden zwischen den Pedalganglien der Unioniden und aller übrigen Acephalen.

Sieht man die Präparate unter dem Mikroskope an, so findet man, daß, anstatt wie überall nur eine Kommissur, hier eine große Anzahl von Kommissuren vorhanden ist, etwa 12—18. Von diesen hat die vorderste Kommissur an mittelgroßen Tieren etwa 32 μ , die am meisten in der Mitte gelegene 48 μ und die hinterste zwischen 12 und 20 μ Durchmesser von vorn nach hinten. Durch diese zahlreichen Verbindungsstränge wird die mediane Zellrinde in eine größere Anzahl von Nestern zerlegt (Fig. 88 z.), die ebenfalls verschiedene Breite haben. Und zwar sind sie in der Mitte am mächtigsten, während sie nach den Polen zu an Umfang abnehmen. Innerhalb der Kommissuren sind keine Zellen vorhanden (Fig. 88 com.). Durch diese Anordnung erhält das Pedalganglion

der Unioniden ein inneres Aussehen, wie es äußerlich die Prosobranchier zeigen; wir können hier von einer inneren Strickleiterform reden.

Diese Strickleiterform ist, glaube ich, der Ausdruck eines höheren Grades von Differenzierung im Vergleich zum inneren Bau der Pedalganglien aller übrigen Acephalen. Sie ist offenbar bedingt dadurch, daß bei den Unioniden von diesem Organe eine viel größere Anzahl von Nerven entspringt, als bei den anderen von mir untersuchten Spezies. Immerhin aber stellt sie eine niedrigere Form der Organisation dar im Vergleich zu dem Verhalten des gleichen Organes bei den höheren Mollusken.

Die Multiplizität der Kommissuren hat ferner eine Zerklüftung der medianen Hälfte der inneren Hülle zur Folge (cfr. Fig. 88. l. h.). Dieselbe sendet jederseits einen $4\ \mu$ breiten Fortsatz zwischen die beiden Hälften des Ganglion. Jeder Fortsatz wird durchbohrt von jeder Kommissur, an die er stößt, jedoch offenbar so, daß letztere nicht in ihrer ganzen Dicke die Hülle durchbricht, sondern nur bündelweise, daß also wie eine *Lamina cribrosa* das bindegewebige Septum zum Durchtritt der einzelnen Bündel einer jeden Kommissur durchlöchert ist. Ich glaube das daraus schließen zu müssen, daß man auf Serienschnitten die Kommissur bald über, bald unter dem Bindegewebsfortsatz liegen sieht (in der Fig. 88 ließ sich dieses Verhältnis nicht gut andeuten), der hier, aber auch nur hier, außerordentlich schwach gefärbt ist. Sonst nämlich hat die Hülle des Ganglion den Farbstoff, es sei welcher es sei, intensiv angenommen und man findet namentlich diejenigen Parteen des interganglionären Septum stark tingiert, welche den medianen Zellnestern eng anliegen (cfr. Fig. 88).

Der Faserverlauf ist genau derselbe, wie ich ihn von den übrigen Spezies eben beschrieben habe; nur daß hier durch die zahlreichen Kommissuren die Situation etwas klarer wird. Darnach gehen die oralwärts von der mittleren Kommissur gelegenen Faserbündel auch oralwärts, die aboral von derselben gelegenen aboralwärts, während die durch die mittlere Kommissur ziehenden Bündel zum Teil nach vorn, zum Teil nach hinten sich begeben. Die vordersten Spitzen der seitlichen Zellkuppen senden Fasern zum Konnektiv derselben, nicht aber auch zu dem der Gegenseite; im Gegensatze zu dem Verhältnis bei den übrigen Spezies (cfr. Fig. 92: 1 und 2). Eine Kreuzung findet nur bei den Fasern statt, welche von der lateralen Rindenschicht stammen; die sich aus den medianen Zellnestern entwickelnden Züge bleiben alle auf

derselben Seite. Bei den Unioniden ist ganz besonders stark entwickelt das Bündel, welches aus dem Cerebralganglion stammend durch das Konnektiv direkt zum hintersten Nerven verläuft, ohne im Pedalganglion mit Nervenzellen in Verbindung zu treten.

Topographie des Visceralganglion. (Fig. 93.)

Naturgemäß ist der Faserverlauf in dem aus zwei Teilen bestehenden Ganglion von *Mytilus*, die durch eine mehr oder weniger breite, makroskopisch sichtbare Kommissur verbunden sind, klarer zu übersehen, als bei allen übrigen Spezies, wo das Visceralganglion einheitlich ist. (Zur schematischen Abbildung ist der Einfachheit der Figur wegen das einheitliche Ganglion der Siphoniata gewählt worden).

Jede Hälfte des Visceralganglion von *Mytilus* bildet ein unregelmäßiges Viereck, dessen Seiten leicht nach außen gewölbt, dessen Winkel ausgezogen sind. Die z. B. in der linken Hälfte verlaufenden Faserzüge sind zu $\frac{1}{4}$ in ihr selber entstanden, $\frac{1}{4}$ stammt aus der rechten Hälfte, $\frac{1}{4}$ kommt aus dem Konnektiv der gleichen und $\frac{1}{4}$ endlich durch die Kommissur aus dem Konnektiv der rechten Seite. Die Richtung, welche die Faserzüge eingeschlagen, ist nun folgende (cfr. Fig. 93 und die Erklärung dazu): Von der äußeren Rinde, nach hinten von der Mitte, geht ein Faserzug zu dem gemischten Nerven für Mantelrand und Muskeln, resp. je ein schmaler Zug (Fig. 93. 1 und 2) zum Mantel- und zum Muskelnerve, wenn diese getrennt entspringen. Von ebendaher ein Faserzug zu den Kiemennerven (n. br.); zu den ersteren Stämmen Faserzüge von der medianen Rinde hinter der Mitte (3). Diese Fasern bleiben auf derselben Seite. Vor der Mitte vom äußeren und inneren Rande kommen zu denselben Nerven, also Kiemen- (n. br.), Mantel- (5) und Muskelnerve (6), Faserbündel, die zum Teil auf der gleichen Seite bleiben, zum Teil sich kreuzen, und endlich kommt noch durch das Cerebrovisceralkonnektiv ein Bündel zu den Muskel- und Gefühlsnerven derselben Seite (7).

Durch die Kommissur, also von der Gegenseite, kommen von der lateralen Rinde für Kiemen- (n. br.), Mantel- und Muskelnerve (9) je ein Faserzug, ebenso von der medianen Rinde. Ferner kommt durch die Kommissur noch ein Bündel, welches aus dem Cerebrovisceralkonnektiv der Gegenseite stammt und den gleichen Verlauf nimmt, wie das durch das Konnektiv derselben Seite ziehende. Endlich giebt jedes Ganglion von jeder Portion der Rinde ab je einen Faserzug zum Konnektiv der gleichen und der anderen Seite.

Man sieht, es herrschen hier höchst komplizierte Verhältnisse und es gehört viel Mühe dazu, um allmählich über dieselben ins Klare zu kommen.

Kommissur (*Mytilus*) und Branchialnerv haben gangliösen Charakter, indem sich in ihnen sehr viel Zellen finden, die, wie im Ganglion selber, mit ihren Fortsätzen ein Nervenetz bilden, aus dem sich Faserzüge entwickeln, welche im Branchialnerven auf derselben Seite verlaufen, in der Kommissur aber eine mir unklar gebliebene Kreuzung eingehen.

Weniger übersichtlich ist die Anordnung der Faserzüge bei den übrigen Spezies (*Lima* übrigens hier, wie auch bei Cerebral- und Pedalganglien eingeschlossen).

Man kann aber auch hier die Vierteilung des Ursprungs der Bündel wiedererkennen, wie ich sie für *Mytilus* eben beschrieben, und auch in derselben Weise die Richtung derselben verfolgen, so daß ich auf eine genaue Detailbeschreibung für jede einzelne Spezies verzichte. Nur giebt es hier, da das Ganglion keine Inzisierung hat, sondern die vordere, wie hintere Fläche einen ebenso kontinuierlichen Bogen bildet, wie die Seitenflächen (die Konvexitäten der Bögen sind der Markmasse zugekehrt), auch keine medianen Rindenpartieen, sondern nur zwei laterale und eine an dem oralen, eine am aboralen Pole gelegene Zellschicht. Diese Kontinuität ist offenbar dadurch entstanden zu denken, daß die Kommissur, welche die ursprüngliche rechte und linke Hälfte verbindet, so mächtig geworden ist, daß sie die median gelegenen Zellen nach vorn resp. nach hinten gedrängt hat, je nachdem diese vor resp. hinter der Mitte gelegen haben. Nur bei *Cyprina* findet sich eine innere Andeutung des ursprünglichen Verhältnisses vor, ganz angemessen der äußeren Andeutung (Taf. XXIX Figur 3 a). Wir müssen daher, wenn wir die Verhältnisse bei *Mytilus* übersetzen wollen, stets sagen statt „mediane“ Rinde vor der Mitte = vordere oder orale, und statt „mediane“ Rinde hinter der Mitte = hintere oder aborale Rindenschicht.

Die sehr großen uni-, bi- und multipolaren Zellen, die man hauptsächlich, wo nicht ausschließlich bei den Siphonen-Muscheln findet, haben ihren Sitz, einige wenige aberrierende ausgenommen, in den lateralen Rindenpartieen. Die sich aus ihnen entwickelnden Fortsätze oder vielmehr, die Nerven, welche aus den von dem Fortsätzen dieser Zellen gebildeten Netze stammen, gehen nur zu den Nerven, welche die Muskulatur der Siphonen versorgen.

Das ist die Basis, auf die sich meine Behauptung in Kap. II stützt, daß diese Zellen motorische Zellen sind.

Eine morphologisch höchst merkwürdige Thatsache zeigen die Unioniden. Bei denselben zerfällt das Cerebrovisceralkonnektiv in einen inneren und äußeren Teil. Der äußere ist dadurch ausgezeichnet, daß die ihn konstituierenden Nervenvibrillen dichter liegen, strammer zusammengefaßt sind, ein härteres Ausehen haben und intensiver gefärbt sind, als die Fibrillen des inneren Teiles (Fig. 89 c v c). Der innere Teil zerfällt deutlich in zwei Portionen, von denen die wiederum äußere zum Ganglion geht, die am meisten innere vom Ganglion kommt. Zwischen allen drei Portionen finden sich Zellenklaven. Der äußere Teil des Cerebrovisceralkonnektiv biegt in kurzem Bogen zum Branchialnerven derselben Seite um (Fig. 89 x), wobei die Fasern eine leichte Durchflechtung erleiden.

Pecten Jacobaeus.

Ich will zunächst den inneren Aufbau des Visceralganglion, als des wichtigsten, beschreiben und darauf Cerebral- und Pedalganglien folgen lassen.

Auf Längsschnitten durch das Visceralganglion kann man zunächst konstatieren, daß nur auf den am meisten unteren Schnitten die corpora oblonga und cuneiformia ausschließlich Zellen zeigen; auf den obersten Schnitten sind nur die oblonga vorhanden. Sie werden in der Medianlinie durch ein von der inneren Hülle stammendes bindegewebiges Septum getrennt. Auf allen weiteren Schnitten, die mehr dem Zentrum des Organes zu liegen (Fig. 90), ist nur der vordere Teil der genannten Körper rein zelliger Natur, während der hintere Marksubstanz ist und so untrennbar mit dem corp. centr. ant. verschmilzt, daß er als diskretes Gebilde nicht mehr zu erkennen ist. Vielmehr erscheinen die oblongen und keilförmigen Körper in den mittleren Höhen nur als nach vorn gelegene Aufsätze (cort. ant. Fig. 90), die von den hinteren Partien des Organes streng geschieden sind. Diese Zellkuppen mit konvexen Begrenzungen haben einen Längsdurchmesser von 0,27 mm; dann folgt eine Markschiebt von 0,32 mm longitudinalen Durchmesser, an diese schließt sich wiederum eine Zellschicht an (ggl. int.) von 0,12 mm Längen- und 0,18 mm transversalem Durchmesser. Sie liegt symmetrisch zur Medianlinie und bildet einen inneren Kern, der übrigens nicht als diskreter Nervenkernel, analog den Erscheinungen bei Vertebraten, aufgefaßt

werden darf, da von ihm verschiedenwertige Bündel entspringen. Nach hinten von ihr folgt dann eine Markmasse von 0,53 mm und endlich die hintere Rindenschicht (cort. post.) von 0,12–0,30 mm Längsdurchmesser. Die Schwankung des Diameters der letzteren hängt ab von der Höhe des Schnittes; je mehr derselbe zur Mitte zu liegt, um so schwächer ist die hintere Rinde. Die vorderste Zellmasse wird, wie schon bemerkt, vom vorderen Theil der corp. obl. et cuneif. gebildet; die beiden Markmassen, die hintere Rinde und der zentrale Kern setzt sich aus dem Rest jener beiden Körper und aus dem corp. centr. ant. et post. zusammen, die eine distinkte Abgrenzung nicht mehr zeigen. Nur dadurch ist die äußerlich sichtbare Trennung der beiden Mittelkörper angedeutet, daß im hinteren die Fasern in einem nach vorn konkaven Bogen verlaufen, während die Faserzüge im vorderen von rechts nach links gerade gestreckt sind. In der Mitte der hinteren Markmasse findet sich ein dickes Bündel grad verlaufender Fasern, das durch seine bei allen Tinktionsmitteln gleichmäßige, höchst intensive Färbung sich auszeichnet und vielleicht die Grenze zwischen vorderem und hinterem Mittelkörper andeutet. Dieses Bündel ist, wie ich gleich hier bemerken will, die Kreuzung der Fasern des Kiemennerven (Fig. 90 decuss. n. branch.).

In den vorderen Zellkuppen der corp. obl. et cuneif. (cort. ant. Fig. 90) liegen sehr große uni- und multipolare Zellen, welche durch ein von der inneren Hülle entspringendes Bindegewebsnetz voneinander getrennt sind. Hier hätten wir also ein Verhältnis, das von dem aller anderen Acephalen und dem der Prosobranchier nach HALLER (21) verschieden, mehr dem von LEYDIG (30) für Pulmonaten beschriebenen ähnelt. Die Bindegewebszüge sind bald breiter, bald schmaler, zeigen bei starken Vergrößerungen (Zeiss Syst. F. Ocul. 3) in ihrem Inneren kleine, spindelförmige geschwänzte Kerne und enden blind an der vorderen Markmasse. Die Zellen des inneren Kernes und der hinteren Rinde liegen in keinem Bindegewebsnetze.

Die Nerven innerhalb des Organes, ausgenommen die Kreuzung der Kiemennerven, die Fäden des Nervennetzes färben sich in Karmin stets nur blaßrosa, während Zellen und Kiemennerven intensiv rot werden.

Die Maschen des Nervennetzes sind sehr groß und polygonal und haben stets eine der Verlaufsrichtung der sie durchsetzenden resp. von ihnen gebildeten Bündel parallele Anordnung.

Einen ganz eigentümlichen Bau haben die halbmondförmigen Körper, von denen der linke stärker ist, als der rechte. Sie zerfallen in zwei ziemlich scharf getrennte Abschnitte (cfr. Fig. 90 corp. sem.). Der vordere Abschnitt ist der kleinere, etwa $\frac{1}{4}$ des ganzen Halbmondes, während der hintere $\frac{3}{4}$ der Länge desselben für sich in Anspruch nimmt; der vordere ist 0,5 mm, der hintere 1,5 mm lang. Den äußersten Rand des ganzen corp. semilun. dextr. et sin. bildet eine 0,01 mm dicke Schicht sehr kleiner unipolarer Zellen (Fig. 90 cort. lat.). Nach innen von derselben befinden sich die beiden Abschnitte, deren vorderen ich die spongiöse Substanz nennen will (Fig. 86 und 90 subst. spg.). In dieser Substanz finden sich keinerlei Nervenzellen, auch keine Schaltzellen; sie unterscheidet sich von der Marksubstanz durch ihr Aussehen. Denn während letztere das bekannte zentrale Nervennetz bildet, hat erstere keinerlei Andeutung davon, vielmehr erscheint sie bei starken Vergrößerungen (Fig. 86) wie durchsetzt von feinen, kaum punktförmigen Löchern und gewinnt dadurch das Aussehen eines sehr feinporigen Badeschwammes.

Die spongiöse Substanz des rechten wie des linken Halbmondkörpers zerfällt in Gruppen, die in normalem Zustande wohl eng aneinander liegen, in gehärtetem (Kali bichromicum) durch 0,01 bis 0,03 mm breite Lücken getrennt sind (cfr. Fig. 90 subst. spg.). Rechts schwankt die Zahl zwischen 2 und 4. Anfänglich sind 4 vorhanden, dann 3, nach wenigen Schnitten 2 und diese Zahl hält durch 10 Schnitte (\hat{a} $\frac{1}{5,0}$ mm) an, bis der Halbmond überhaupt nicht mehr vorhanden ist, sondern nur noch der Mittelteil des Organes. Im Anfange sind diese Gruppen 0,02 mm lang, 0,03 mm breit, die lange Axe geht von links nach rechts, die breite von vorn nach hinten; die Gruppen nehmen dann an Umfang zu, 0,13 mm : 0,07 mm, um sich gegen das Ende des Halbmondes zu wieder zu verjüngen.

Die spongiöse Substanz wird also durch eine wechselnde Anzahl spindelförmiger Körper gebildet.

Der linke halbmondförmige Körper erscheint etwa $\frac{3}{5,0}$ mm tiefer auf den Schnitten; beide Körper liegen also nicht in gleicher Höhe. Seine spongiöse Substanz besteht aus viel zahlreicheren spindelförmigen Körpern, zwischen 5 und 14 (cfr. Fig. 90), und zwar sind auf den Schnitten, welche so ziemlich in der Mitte des Organes liegen, die meisten vorhanden. Ihr Längsdurchmesser ist meistens parallel der transversalen, ihr

Breitendurchmesser der longitudinalen Axe des Organes. Ihre Größe differiert zwischen 0,33 mm : 0,12 mm und 0,19 mm : 0,03 mm, also sind sie unter allen Umständen massiger als die Spindelkörper des rechten corpus semilunare.

An die spongiöse Substanz schließt sich die retikuläre Substanz an, welche die übrigen $\frac{3}{4}$ der Halbmonde einnimmt (Fig. 90 subst. ret.). Auf dem Schnitt hat sie das Aussehen eines Maschenwerkes, das durch breite Stränge spongiöser Substanz gebildet wird (Fig. 87). Diese Stränge sind verschieden breit, ihre Durchmesser indessen schwanken innerhalb enger Grenzen, 0,09 mm, 0,012 mm, 0,014 mm und 0,016 mm. Es sind also breite Substanzbrücken, die runde oder ovale Öffnungen umschließen von 0,018, 0,016 bis 0,010 mm Durchmesser. Was in diesen Durchlöcherungen der Substanz liegt, weiß ich nicht. Die Substanzbrücken haben randständige, in Karmin dunkelrot gefärbte Kerne (Fig. 87), die bestimmt keinen Ganglienzellen angehören. Zuweilen, wie aus der Figur hervorgeht, sieht es so aus, als ob einzelne dieser Kerne in der Masche selber liegen; es rührt dies daher, daß sie durch das Messer von der darunter liegenden Schicht abgehoben und durch die Einbettungsmasse (Paraffin) in ihrer Stellung fixiert wurden. Die retikuläre Substanz färbt sich in Karmin schwächer, als die spongiöse, immer aber noch stärker als das zentrale Nervenetz.

Über den Faserverlauf ist folgendes zu sagen: Die von den großen Zellen der corp. obl. et cuneif. stammenden Fasern gehen gerade von vorn nach hinten in die Muskelnerven über; von der hinteren Zellrinde entspringen die Fasern der nervi branchiales, von dem mittleren Zellkerne die Fasern für die Konnektive, für den Mantelrand (teilweise) und für den Muskel (teilweise), und von der Rindenschicht der Halbmonde die übrigen Fasern der Mantelrandnerven. Indessen wie der Verlauf und die jedenfalls vorhandene Kreuzung ist, in welcher Beziehung die spongiöse und retikuläre Substanz zu den Mantelrandnerven steht, resp. wie innerhalb dieser Gebilde die Entstehung und Verflechtung statt hat, war mir unmöglich zu ergründen. Ich kann daher darüber gar nichts aussagen, hoffe indeß später einmal, wenn ich die Mikrographie des Mantelrandes der Acephalen beschreiben werde, genauere Angaben machen zu können. So viel indeß scheint mir festzustehen, daß das Auftreten der Halbmonde in Verbindung zu bringen ist mit dem Vorhandensein der entwickelten Augen von Pecten, da diese Gebilde dem Visceralganglion der

im Besitze eines nicht augenführenden Mantelrandes sich befindenden Lima vollständig abgehen.

Das Cerebralganglion von *Pecten Jacobaeus* ist ebenfalls in verschiedener Beziehung merkwürdig. Von der inneren Hülle gehen ebenso, wie im Visceralganglion, Fortsätze in das Innere des Organes, die aber kein Netzwerk zwischen den einzelnen Zellen bilden, sondern dem Ganglion auf Schnitten ein acinöses Aussehen verleihen (Fig. 85). Die Septa sind breit, verzweigen sich mannigfach und verbinden sich miteinander durch quere resp. transversale Stränge (Fig. 85 d). Sie zerlegen die Rinde in 8—12 Gruppen oder Nester, senken sich dann noch eine kurze Strecke weit in die Marksubstanz, enden hier blind und trennen somit die Zellen der Rinde von der Marksubstanz, wie das die Figur zeigt. Die Fortsätze jener müssen daher, um zu dieser zu gelangen, die queren Züge der Septa durchbohren. In den Nestern, in welche die Rinde zerfällt, liegen nur unipolare Zellen, frei, durch kein Zwischengewebe getrennt. Nach innen zu, zum Teil in der Marksubstanz, liegen unipolare, bipolare und auffällig große und gut sichtbare multipolare Zellen (Fig. 85), deren Bedeutung als Sammelzellen hier ganz klar wird, wenn auch nicht in dem abgebildeten Teile des Schnittes.

Der Faserverlauf ist völlig entsprechend dem bei den Cerebralganglien der übrigen untersuchten Spezies, weshalb ich der Einzelheiten wegen auf das dort Bemerkte hinweise.

Was schließlich das Pedalganglion anlangt, so ist der Verlauf der Fasern derselbe, wie bei allen übrigen, die exzeptionellen Verhältnisse der Unioniden nicht in Betracht gezogen. Die laterale und die am oralen Pole gelegene Rinde bilden eine im longitudinalen Durchmesser schwache Schicht. Die Rinde am aboralen Pole ist dagegen mächtig entwickelt im longitudinalen, nur schwach im transversalen Durchmesser. Beiderseits an der äußeren Seite der Marksubstanz, dicht unter der Rinde, findet sich je ein kreisrundes Gebilde, das in Safranin sich intensiv färbt, frappant ähnlich ist den spindelförmigen Körpern der spongiösen Substanz der Halbmonde, in seiner Bedeutung aber mir durchaus unverständlich blieb.

III. Teil.

Schlussbetrachtungen.

Die wesentlichsten **histologischen** Ergebnisse meiner Untersuchungen lassen sich kurz in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Apolare Zellen kommen nicht vor.

2. Es giebt nur uni-, bi-, und multipolare Zellen, von denen die ersteren die häufigsten, die bipolaren die seltensten sind, die multipolaren an Zahl zwischen beiden in der Mitte stehen.

3. Unter den unipolaren Zellen giebt es einige wenige, deren Fortsatz, ohne weiteres, direkt zur Peripherie geht.

4. Die peripheren Fortsätze aller übrigen Zellen senken sich in die Marksubstanz ein und lösen sich hier auf.

5. Die multipolaren Zellen sind **Sammelzellen**, deren Markfortsatz das Homologon des DEITERS'schen Fortsatzes ist.

6. Die Marksubstanz wird gebildet:

- a) von dem zentralen Nervennetz, welches durch die Verflechtung der Teilungsprodukte der Markfortsätze entsteht,
- b) von den Nervenfibrillen, welche sich aus den Maschen des Nervennetzes bilden,
- c) von einer dem Nervenmark der Wirbeltiere ähnlichen, die charakteristischen Myelinformen bildenden Substanz, welche die Fäden des Netzes und die Fibrillen voneinander isoliert.

7. Die Marksubstanz im Zentralnervensystem der Acephalen ist das Homologon der weißen Substanz im gleichen Organ der Vertebraten.

8. Die Zellen umgeben rindenförmig die Marksubstanz.

9. Zwischen den Zellen der Rinde und in der Marksubstanz findet sich kein der Neuroglia der Vertebraten homologes und analoges Gebilde.

10. Die zwischen die Zellen der Cerebral- und Visceralganglien von Pecten sich einsenkenden Fortsätze der inneren Hülle sind ein Homologon des in den Intervertebralganglien der Wirbeltiere sich findenden perizellulären Gewebes.

11. Die peripheren Nerven der Acephalen bestehen aus einfachen Axenfibrillen (WALDEYER) und zeigen keine Gruppierung zu breiteren Fasern.

12. Es findet ein weitgehender Faseraustausch zwischen den ungleichnamigen Ganglien statt und eine unvollständige Kreuzung zwischen den Fasern der gleichnamigen Organe. Und zwar erhalten die Nerven, die aus den Cerebralganglien kommen, Faserzüge, außer vom gleichnamigen Organ der Gegenseite, aus den Pedal- und Visceralganglien der gleichen und entgegengesetzten Seite. Die Nerven der Pedalganglien erhalten Faserbündel von beiden Cerebralganglien, die der Visceralganglien ebenfalls von beiden Cerebralganglien.

Dies Verhältnis ist **physiologisch** interessant und erklärlich.

Berührt man eine geöffnete Muschel an irgend einem beliebigen Teile ihres Körpers, so schließt sie sich augenblicklich vollständig und zieht bei den Siphoniata die Siphonen, bei den Ostreaceen die Mantelrandtentakeln sofort ein. Der geringste periphere Reiz also führt sofort zu einer gleichmäßigen und gleichzeitigen Aktion der gesamten Muskulatur des Mantelrandes, des Fußes und der Schalen, muß somit auch an allen Stellen des Körpers gleichmäßig und gleichzeitig wahrgenommen werden. Die Bahnen, durch welche eine solche gleichmäßige und gleichzeitige Aktion ermöglicht wird, habe ich dargethan. **Konnektive und Kommissuren enthalten also ein Associationsfasersystem höchst entwickelter Form.** Ein solches Verhältnis ist übrigens für die Muscheln eine Lebensnotwendigkeit, da ihr Verkehr mit der Außenwelt hauptsächlich durch das Gefühl ver-

mittelt wird. Die meisten Muscheln, mit Ausnahme der Ostreaceen, sind blind. Das Gehörorgan liegt tief im Leibe versteckt, ohne Kommunikation mit dem umgebenden Medium, und es ist mir zweifelhaft, ob durch dasselbe, zufolge seiner Organisation, von dem Tiere viel mehr wahrgenommen werden kann, als grobe Schwankungen in der Intensität der Wellenbewegung des Wassers und der Ursachen dieser Schwankungen. Angewiesen also allein auf das Gefühl, ist es für die Muscheln notwendig, von den geringsten ihnen feindlichen Bewegungen und Annäherungen augenblicklich weit verbreitete Kunde dem ganzen Körper mitzuteilen und sich sofort zu schließen: die einzige Möglichkeit, bei ihrer sonstigen Waffenlosigkeit, dem Gegner zu entgehen oder ihn im Innern einzuschließen und so unschädlich zu machen.

Was die **morphologischen** Ergebnisse anlangt, so führen mich dieselben zu Schlüssen, die von denen anderer Autoren nicht unwesentlich abweichen. Während alle, die sich mit der Klassifizierung der Acephalen beschäftigt haben, die Ostreacea als die nächst den Mytilacea niedrigst organisierte Ordnung, oder wenigsten niedrigst stehende Ordnung hingestellt haben, bin ich im Gegenteil der Ansicht, daß die Ostreacea **innerhalb der Acephalenklasse** die höchst organisierten sind. Und zwar begründe ich meine Ansicht auf die Ausbildung des Visceralganglion. BRONN (3) und namentlich GEGENBAUR (17) bringen diesen Teil des Zentralnervensystems in Verbindung mit der Entwicklung der Kiemen. Der letztere Autor sagt in seinem Grundriß (2. Aufl. 1878 p. 366) Folgendes: „Man vermag an diesem Ganglion „(ggl. viscerales) zwei durch eine kurze Querkommissur verbundene „Hälften zu erkennen, die sich verschieden nahe rücken und zuletzt „einen einfachen, viereckigen Knoten vorstellen, je nachdem die „beiderseitigen Kiemen dieser Tiere frei oder mit ein- „ander verwachsen sind. Schon aus diesem Umstande „geht die Beziehung dieses Ganglion zu den Kiemen „hervor; noch deutlicher wird sie durch die starken „aus jenen hervortretenden und die Kiemen ver- „sorgenden Nervenstämme.“ Das ist ja unzweifelhaft richtig, daß das Ganglion zu den Kiemennerven einige Beziehung hat; aber doch nicht allein dieses Ganglion. Ich habe oben nachgewiesen, daß, wenigstens bei den Unioniden, ein Teil der Kiemennervenfasern durch das Cerebrovisceralkonnektiv aus dem Cerebralganglion kommt, und ferner habe ich dargethan, daß der aus dem Ganglion entspringende Kiemennerv, bis zu seinem Eintritt

in die Kiemen, selber gangliösen Bau hat und in ihm Fasern für die Kiemen entspringen.

Es ist ferner unzweifelhaft richtig, was GEGENBAUR sagt, daß diejenige Ordnung, die Mytilacea, deren Kiemen den niedersten Grad der Ausbildung zeigen, auch das niedrigst organisierte Visceralganglion haben, nämlich, wie GEGENBAUR ganz richtig bemerkt, „zwei durch eine kurze Querkommissur verbundene Hälften.“ Indessen, wie wenig oder vielmehr, wie eigentlich gar kein Zusammenhang zwischen Visceralganglion und Kiemen vorhanden ist, beweist am besten DREISSENA. Diese Muschel wird stets zu den Mytilacea gerechnet und gehört dahin auch ihrer Schale und ihren Kiemen nach. Aber ihr Visceralganglion reiht sie ein unter die Siphoniata, denen sie sich auch sonst durch Ausbildung zweier kurzer, getrennter Siphonen anschließt. Die Siphoniata und die Unioniden wiederum haben die höchst organisierten Kiemen, wirkliche „Gitterlamellen“ (Carus-Gerstäcker) und doch steht deren Visceralganglion an Organisation und Differenzierung hinter dem der Ostreacea, und unter diesen vor allem dem der Pectiniden nach. Diese reihen sich betreffs der Kiemen an die Mytilacea an, ihr sogenanntes Visceralganglion aber zeigt bei Lima und besonders bei Pecten den höchsten Grad der Ausbildung.

Somit ist der Beweis, glaube ich, erbracht, daß Visceralganglion und Kiemen nicht *pari passu* in ihrer Organisation gehen.

v. JHERING (24) gründet in seiner wertvollen Arbeit über die Gehörwerkzeuge der Mollusken etc. seine Klassifikation vor allem auf die Ausbildung des Gehörorganes, je nachdem in demselben ein Otolith oder Otoconien vorhanden sind. Das Erscheinen der Otolithen ist nach ihm der physiologisch günstigere, höhere Zustand, während die Otoconien einen niederen Grad der Entwicklung repräsentieren. Zwar existiert die auffällige Tatsache, daß Acephalen mit Otolithen im Larvenzustande stets Otolithen, nie Otoconien haben, während Acephalen mit Otoconien im Larvenzustande vielfach Otolithen besitzen, eine Tatsache, die in Konsequenz des biogenetischen Grundgesetzes von HÄCKEL eigentlich zum Schlusse führen müßte, daß der ursprünglichere, phylogenetisch ältere Zustand durch die Otolithen vertreten würde. Indessen verwirft JHERING eine solche Folgerung als völlig verfehlt, da einmal die paläontologischen Erfahrungen dagegen sprächen und dann, weil die verschiedenen Organsysteme der Acephalen zum gleichen Resultate drängen. Von den Organsystemen zieht JHERING haupt-

sächlich den Mantelrand und die Kiemen in Betracht. Diejenigen Muscheln, welche Byssus und keinen verwachsenen Mantelrand besitzen und deren Kiemen einfache Stäbe sind, sind die niedrigst organisierten (Mytilacea und Ostreacea), die Siphonen besitzenden Familien mit verwachsenem Mantelrand und Kiemenlamellen stehen höher.

Mich dünkt, diese Schlußfolgerung ist nicht ganz richtig und das von JHERING perhorrescierte biogenetische Grundgesetz HAECKELS trifft hier, teilweise wenigstens, zu.

Zunächst halte ich dafür, daß die Kiemen der Acephalen für die Klassifikation nicht verwertbar sind. Gitterlamellen, wie einfache Stäbe sind einander völlig gleichwertig und nur das Produkt der Anpassung an die Lebensweise.

Diejenigen Muscheln, welche, wie die Mytilacea, durch Byssusfäden sich festklammern, oder, wie Ostrea, festgewachsen sind, oder endlich, wie Lima, ein Nest bauen, öffnen sich im Wasser vollständig. Der Strom des Wassers kann ungehindert durch sie hindurchströmen, und die Massenhaftigkeit desselben bürgt dafür, daß genügend Sauerstoff mit den Kiemenfäden in Berührung kommt. Das Flottieren der letzteren, hervorgebracht durch die Wellen des Wassers, gestattet diesem Zutritt von allen Seiten.

So sind die Kiemenfäden für diese Tiere die physiologisch denkbar günstigste Einrichtung.

Anders bei den Siphoniata. Hier steckt das Tier meistens mit dem Vorderteil im Boden, während es das Hinterteil in die Höhe streckt. Der Zutritt des Wassers ist also ein wesentlich beschränkter, er findet nur von hinten aus auf schmalem Wege statt. Hier muß die in das Tier einströmende Wassermenge in Bezug auf ihren Sauerstoffgehalt möglichst vollständig ausgenutzt werden, sie muß also über eine große Oberfläche strömen. Diese Gelegenheit ist ihr nun in den hochausgebildeten Gitterlamellen, wie sie die Siphomuscheln haben, reichlich gegeben, denn durch die Vereinigung der einfachen Stäbe durch quere Kommissuren ist die Oberfläche ganz gewaltig vergrößert.

Für diese Tiere sind die Gitterlamellen die physiologisch günstigste Einrichtung.

Kiemenfäden und Gitterlamellen sind also nur sekundäre Klassencharaktere und daher in erster Linie, für die Stellung innerhalb der Klasse, keineswegs verwertbar.

Auch die Ausbildung des Gehörorgans ist ein sekundärer Klassencharakter. Hören, was wir hören nennen, also diskrete

Wahrnehmung von Geräuschen, von Tönen, — angenehmen und unangenehmen, hohen und tiefen, starken und schwachen etc. — wird dadurch wohl kaum zustandekommen. Dies geht schon aus v. JHERINGS geistreichem Versuche mit einer *Helix pomatia* hervor, und wenn dieser Autor meint, daß weniger der Ton, als vielmehr die Erschütterung zur Wahrnehmung gelangt, wie er sich ausdrückt l. c. pg. 12: „denn um was anderes wie Erschütterung handelt es sich schließlich bei der Schallbildung durch feste „Körper nicht“, so meine ich, daß eine **Gehörempfindung** überhaupt nicht eintritt.

Otocysten und Kiemen müssen daher ausscheiden, will man den Ausbildungsgrad der einzelnen Ordnungen der Acephalen, ihre höhere oder niedrigere Organisation erkennen. Vielmehr müssen wir auf das Organ Bedacht nehmen, welches für die Erhaltung des Individuum am wichtigsten, welches am geeignetsten ist, das Tier in ständigem Rapport mit der es umgebenden Außenwelt zu erhalten, es von allem ihm drohenden Feindlichen am schnellsten und genauesten zu benachrichtigen. Und da, meine ich, ist das Gefühlsorgan das für Acephalen wichtigste. Der Mantelrand ist aber, nach FLEMMING'S (9 und 10) klassischen Untersuchungen, der Hauptsitz des Gefühls; mit der höheren Ausbildung der Sinnesorgane im Mantelrande ist daher die höhere Stellung der Familie **innerhalb der Klasse** verbunden.

Nun unterliegt es keinem Zweifel, daß die Ostreacea den höchst differenzierten Mantelrand haben, während die Mytilacea den niedrigsten zeigen und zwischen beiden Arcacea und Siphoniata stehen (von den stark veränderten Unioniden abgesehen).

Pari passu mit der Ausbildung des Mantelrandes als Hauptkonzentrationspunkt der wichtigsten Sinnesorgane geht die Ausbildung des Visceralganglion; das erhellt, denke ich, aus meinen Angaben zur Evidenz.

Es steht somit das **Visceralganglion in keinem Zusammenhang mit der Kiemenausbildung, sondern mit der Ausbildung des Mantelrandes, und aus diesem Grunde sind die Ostreacea, welche das höchst differenzierte Visceralganglion haben, auch die höchst stehenden Acephalen.**



Erklärung der Tafeln XXV—XXIX.

Da, wo keine Angaben über die Methode gemacht sind, durch welche die Ganglien mazerirt wurden, sind stets Chromkalipräparate gezeichnet.

Fig. 1.	Zelle aus dem Cerebralggl. von <i>Anadonta anatina</i> .	750:1.
Fig. 2.	„ „ „ Visceralggl. von <i>Cyprina islandica</i> .	750:1.
Fig. 3.	„ „ „ „ von <i>Unio pictorum</i> . Pikrin.	750:1.
Fig. 4.	„ „ „ „ „ „ „ „ $\frac{1}{4}$ Alkohol.	750:1.
Fig. 5.	„ „ „ Pedalganglion von <i>Arca barbata</i> . Pikrin.	750:1.
Fig. 6.	„ „ „ Cerebralggl. von <i>Mytilus edulis</i> . Längsschnitt.	750:1.
Fig. 7.	„ „ „ Pedalggl. von <i>Pecten Jacobaeus</i> . $\frac{1}{3}$ Alkohol.	750:1.
Fig. 8.	„ „ „ Visceralggl. von <i>Dreissena polymorpha</i> .	750:1.
Fig. 9.	„ „ „ „ „ <i>Mytilus edulis</i> . Pikrin.	705:1.
Fig. 10.	„ „ „ „ „ <i>Ostrea edulis</i> .	750:1.
Fig. 11.	„ „ „ Cerebralganglion von <i>Mytilus edulis</i> . Längsschnitt.	750:1.
Fig. 12.	„ „ „ Visceralggl. von <i>Pecten Jacobaeus</i> . $\frac{1}{3}$ Alkohol.	750:1.
Fig. 13.	„ „ „ „ „ <i>Ostrea edulis</i> .	750:1.
Fig. 14.	„ „ „ „ „ <i>Mytilus edulis</i> . Längsschnitt.	750:1.
Fig. 15.	„ „ „ Pedalggl. von <i>Unio pictorum</i> .	750:1.
Fig. 16.	„ „ „ Cerebralggl. von <i>Unio pictorum</i> .	750:1.
Fig. 17.	„ „ „ Pedalggl. „ „ „ .	750:1.
Fig. 18.	„ „ „ Visceralggl. von <i>Cardium edule</i> . $\frac{1}{4}$ Alkohol.	750:1.
Fig. 19.	„ „ „ Cerebralggl. „ „ „ .	$\frac{1}{4}$ Alkohol. 750:1.
Fig. 20.	„ „ „ Visceralggl. von <i>Mya arenaria</i> .	750:1.
Fig. 21.	„ „ „ „ „ <i>Mytilus edulis</i> .	750:1.
Fig. 22.	„ „ „ Cerebralggl. von <i>Anodonta anatina</i> .	750:1.
Fig. 23.	„ „ „ Visceralggl. „ <i>Cyprina islandica</i> .	750:1.
Fig. 24.	„ „ „ „ „ <i>Mya arenaria</i> .	750:1.

- Fig. 25. Zellen aus dem Visceralggl. von *Mya arenaria*. 750:1.
 Fig. 26. " " " " " *Cyprina islandica*. 750:1.
 Fig. 27. " " " " " *Mya arenaria*. 750:1.
 Fig. 28. " " " Pedalggl. von *Unio pictorum*. 750:1.
 Fig. 29. " " " Cerebralggl. von *Unio pictorum*. 750:1.
 Fig. 30. " " " Visceralggl. " *Cyprina islandica*. 750:1.
 Fig. 31. " " " " " *Mya arenaria*. 750:1.
 Fig. 32. " " " Pedalggl. *Cyprina islandica*. $\frac{1}{6}$ Alkohol. 750:1.
 Fig. 33. " " " Visceralggl. von *Pholas dactylus*. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750:1.
 Fig. 34. " " " Visceralggl. von *Mya arenaria*. 750:1.
 Fig. 35. " " " " " " " " " 1020:1.
 Fig. 36. " " " " " *Pecten Jacobaeus*. Längsschnitt. 750:1.
 Fig. 37. " " " Cerebralggl. *Mytilus edulis*. 750:1.
 Fig. 38. " " " Pedalggl. von *Cyprina islandica*. $\frac{1}{6}$ Alkohol. 750:1.
 Fig. 39. " " " Visceralggl. von *Mytilus edule*. 750:1.
 Fig. 40. " " " " " " " " " 750:1.
 Fig. 41. " " " " " *Ostrea edulis*. 750:1.
 Fig. 42. " " " " " *Cardium edulis*. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750:1.
 Fig. 43. " " " " " *Cyprina islandica*. $\frac{1}{4}$ " 750:1.
 Fig. 44. " " " " " *Cyprina islandica*. $\frac{1}{4}$ " 750:1.
 Fig. 45. " " " " " *Mytilus edulis*. 750:1.
 Fig. 46. " " " " " *Unio pictorum*. 750:1.
 Fig. 47. " " " Cerebralggl. von *Anodonta anatina*. 750:1.
 Fig. 48. " " " Pedalggl. von *Anodonta anatina*. 750:1.
 Fig. 49. " " " Visceralggl. von *Ostrea edulis*. 750:1.
 Fig. 50. " " " " " *Mya arenaria*. $\frac{1}{5}$ Alkohol. 750:1.
 Fig. 51. " " " " " *Pholas dactylus*. $\frac{1}{4}$ " 750:1.
 Fig. 52. " " " " " *Unio pictorum*. $\frac{1}{4}$ " 750:1.
 Fig. 53. " " " " " *Unio pictorum*. $\frac{1}{4}$ " 750:1.
 Fig. 54. " " " Pedalggl. von *Unio pictorum*. $\frac{1}{4}$ " 750:1.
 Fig. 55. " " " Visceralggl. von *Unio pictorum*. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750:1.
 Fig. 56. " " " Visceralggl. von *Mytilus edulis*. Längsschnitt. 750:1.
 Fig. 57. " " " Pedalggl. von *Unio pictorum*. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750:1.

- Fig. 58. Zellen aus dem Visceralggl. von *Pholas dactylus*. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750:1.
- Fig. 59. „ „ „ Visceralggl. von *Pholas dactylus*. $\frac{1}{4}$ „ 750:1.
- Fig. 60. „ „ „ Cerebralggl. von *Anodonta anatina*. 750:1.
- Fig. 61. „ „ „ Visceralggl. von *Mya arenaria*. $\frac{1}{6}$ Alkohol. 750:1.
- Fig. 62. „ „ „ Visceralggl. von *Ostrea edulis*. 750:1.
- Fig. 63. „ „ „ „ „ *Pholas dactylus*. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750:1.
- Fig. 64. „ „ „ Cerebralggl. von *Cardium edule*. $\frac{1}{4}$ „ 750:1.
- Fig. 65. „ „ „ Cerebralggl. von *Cardium edule*. $\frac{1}{4}$ „ 750:1.
- Fig. 66. „ „ „ Cerebralggl. von *Anodonta anatina*. 750:1.
- Fig. 67. „ „ „ Visceralggl. „ *Pholas dactylus*. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750:1.
- Fig. 68. „ „ „ Visceralggl. „ „ „ $\frac{1}{4}$ „ 750:1.
- Fig. 69. { a. sich kreuzende } Zellen Visceralggl. von *Mytilus edulis*.
 { b. isolierte } Pikrin. 750:1.
- Fig. 70. Zellen aus dem Visceralggl. von *Pholas dactylus*. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 705:1.
- Fig. 71. „ „ „ Pedalggl. von *Mytilus edulis*. 750:1.
- Fig. 72. „ „ „ Visceralggl. von *Pholas dactylus*. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750:1.
- Fig. 73. „ „ „ Visceralggl. von *Mytilus edulis*. $\frac{1}{4}$ „ 750:1.
- Fig. 74. „ „ „ Visceralggl. „ *Pholas dactylus*. $\frac{1}{4}$ „ 750:1.
- Fig. 75. „ „ „ Pedalggl. „ *Cyprina islandica*. $\frac{1}{6}$ „ 750:1.
- Fig. 76. { a. Faser mit Teil des zentralen Netzes, Visceralggl. *Cyprina islandica*. $\frac{1}{6}$ Alkohol. 750:1.
 { b. Fasern aus der Marksubstanz, Visceralggl. *Unio pictorum*. 705:1.
- Fig. 77. { a. unipolare } Zellen; Visceralggl. *Anodonta anatina*. Hä-
 { b. multipolare } matoxylin. Glycerin. 750:1.
- Fig. 78. Verstümmelte Zellen { a. Visceralggl. *Mytilus edulis*. Längs-
 schnitt. Rubin. 750:1.
 { b. Visceralggl. *Pholas dactylus*. 750:1.
- Fig. 79. Geschwänzte Kerne { a. } Cerebralggl. *Anodonta*
 { b. } anatina.
 { c. } Cerebralggl. *Unio pic-*
 { d. } torum. } 750:1.
- Fig. 80. Centrales Nervennetz. Visceralggl. *Mya arenaria*. Längs-
 schnitt. Karmin. z. z. Schaltzellen. 750:1.

- Fig. 81. Cerebropedal connectiv. *Unio pictorum*. $\frac{1}{4}$ Alkohol. Gold 0,1 $\frac{0}{0}$. 750:1.
- Fig. 82. Aeussere Hülle. Visceralggl. *Mytilus edulis*. Längsschnitt. Rubin. 750:1.
- Fig. 83. Teil eines Längsschnittes. Cerebralggl. *Tellina nitida*. Eosin. x. y. Zellenverbindungen (cfr. Text). 750:1.
- Fig. 84. Längsschnitt. Cerebralggl. *Mytilus edulis*. Rubin. d. d. innere Hülle. 320:1.
- Fig. 85. Teil eines Längsschnittes. Cerebralggl. *Pecten Jacobaeus*. Safranin. d. d. d. Septa der inneren Hülle. 235:1.
- Fig. 86. Längsschnitt. Visceralggl. *Pecten Jacobaeus*. Spongiöse Substanz. Eosin. 750:1.
- Fig. 87. Längsschnitt. Visceralggl. *Pecten Jacobaeus*. Reticuläre Substanz. Eosin. 550:1.
- Fig. 88. Teil eines Längsschnittes. Pedalggl. *Unio pictorum*. Karm. com. = Kommissuren. z = Zellnester. h h = mediane Septa der inneren Hülle; man sieht dieselben unter den Kommissuren fortziehen. 320:1.
- Fig. 89. Teil eines Längsschnittes. Visceralggl. *Unio pictorum*. Rubin. cvc. = Cerebrovisceralkonnectiv. nbr. = nervus branchialis. x = Umbiegung eines Teiles der Konnektivfasern zum Branchialnerven. 135:1. (cfr. Text.)
- Fig. 90. Längsschnitt. Visceralggl. *Pecten Jacobaeus*. Eosin. cort. ant. = vordere Zellrinde (corticalis anterior). ggl. int. = innerer Zellkern. cort. post. = hintere Zellrinde; cort. lat. = seitliche Zellrinde. cvc. = Cerebrovisceralkonnectiv. decuss. n. branch. = decussatio nervi branchialis. corp. sem. dextr. et. sin. = corpus semilunare dextrum et sinistrum. subst. spg. = substantia spongiosa (links 14, rechts 4 spindelförmige Körper. cfr. Text); subst. ret. = substantia reticularis. 50:1. Schematisch.
- Fig. 91. Schema des Faserverlaufes im Cerebralganglion gc. I, II, III die peripheren Nervenstämme; Faserzüge vom Ganglion: I^a etc. vom gegenseitigen Ggl., I^b etc. vom Pedalggl., I^c etc. vom Visceralggl., α . Züge zu denselben Nerven der Gegenseite, β . Zug zum Pedalggl., δ . durch die Kommissur, ϵ . zum Pedalggl., γ , ζ , η . zum Visceralggl., com. = Kommissur. cpc. = Cerebropedal = cvc. = Cerebrovisceralkonnectiv. gz. = Zellrinde.
- Fig. 92. Schema des Faserverlaufes im Pedalganglion. gp. 1. zum Konnektiv derselben, 2. zu dem der Gegenseite, 3. zu den Nerven der gleichen, 4. der Gegenseite, 5. Zug von der Rinde vor der Mitte zu den Gegennerven, 6. Zug hinter der Mitte zu dem Konnektiv derselben = 6^a zu dem der Gegenseite. 7. Zug hinter der Mitte von der lateralen Zellschicht zu den Nerven derselben Seite. 8. Durchgehendes Bündel vom Cerebralggl. cpc. = Cerebropedaleonectiv. gz. = Zellrinde.

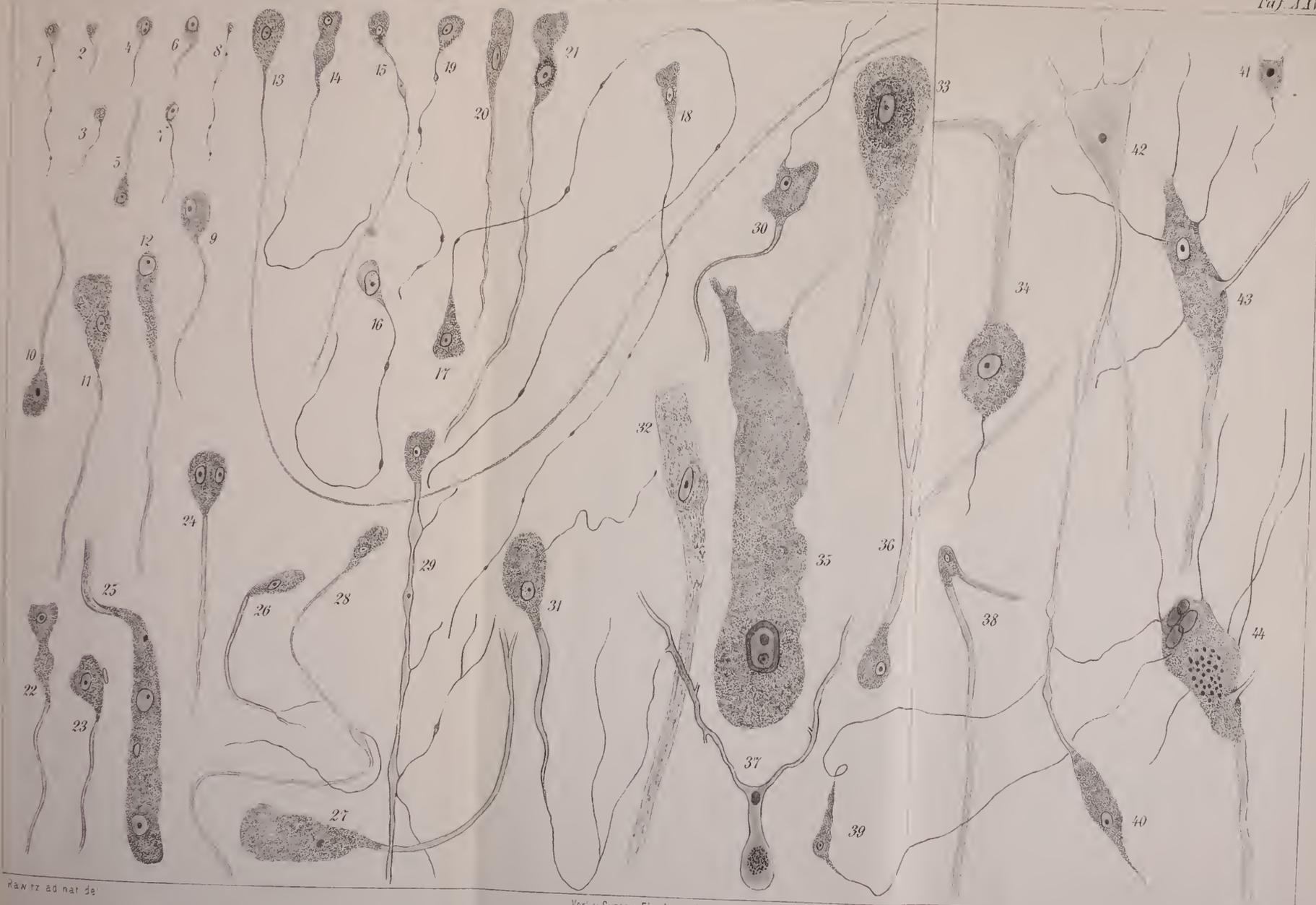
Fig. 93. Schema des Faserverlaufes im Visceralggl. gv. 1. und 2. Zug von der lateralen Rinde, hinter der Mitte zur selben Seite nach hinten, 3. Zug vor der hinteren Rinde zur selben Seite, 4. zur Gegenseite nach hinten, 5. Zug vor der Mitte zur selben Seite, 6. Zug von der vorderen Rinde zur selben Seite, 7. durchgehender Nervenzug vom Konnektiv auf derselben Seite, 8. Zug von der lateralen Rinde nach vorn ins Connectiv, 9. Zug von der lateralen Rinde vor der Mitte zur Gegenseite nach hinten, 10. Durch das Konnektiv kommender Faserzug zur Gegenseite. *cvc.*, Ursprünge für die zum Konnektiv gehenden Faserzüge nach vorn, *nbr.*, Züge für den nervus branchialis. *gz.* = Zellrinden.

Alphabetarisches Verzeichnis der benutzten Litteratur.

- 1) BELLONCI: Über den Ursprung des Nervus opticus und den feineren Bau des Tectum opticum der Knochenfische. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 35.
- 2) BÖHMIG: Beiträge zur Kenntnis des Zentralnervensystems einiger pulmonaten Gastropoden: *Helix pomatia* und *Limnaea stagnalis*. Inaugural-Dissertation. Leipzig 1883.
- 3) BRONN: Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Bd. I, Leipzig und Heidelberg 1862.
- 4) BUCHHOLZ: Bemerkungen über den histologischen Bau des Zentralnervensystems der Süßwassermollusken. Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1863.
- 5) CARUS und GERSTÄCKER: Handbuch der Zoologie. Bd. I, Leipzig 1868—1875.
- 6) CHATIN: Citirt nach Hoffmann-Schwalbe: Jahresbericht 1882.
- 7) DIETL: Die Gewebelemente des Zentralnervensystems bei wirbellosen Tieren. Ber. d. naturw.-med. Ver. Innsbruck 1877.
- 8) DROST: Über das Nervensystem und die Sinnesepithelien der Herzmuschel etc. Morph. Jahrbuch Bd. XII.
- 9) FLEMMING: Die Haare tragenden Sinneszellen in der Haut der Mollusken. Arch. f. mikr. Anat. Bd. V.
- 10) FLEMMING: Untersuchungen über die Sinnesepithelien der Mollusken. Arch. f. mikr. Anat. Bd. VI.
- 11) FLEMMING: Zur Anatomie der Landschneckenfühler und zur Neurologie der Mollusken. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 22.
- 12) FLEMMING: Vom Bau der Spinalganglienzellen, in Beiträge zur Anatomie und Embryologie als Festgabe für J. Henle. Bonn 1882.
- 13) FREUD: Über Spinalganglien und Rückenmark des Petromyzon. Wiener Akad. Sitzgsber. 1878.
- 14) FREUD: Über den Bau der Nervenfasern und Nervenzellen beim Fflußkreb. Wiener Akad. Sitzgsber. 1882.

- 15) FRITSCH: Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirns. Berlin 1878.
- 16) FRITSCH: Über einige bemerkenswerte Elemente des Zentralnervensystems von *Lophius piscatorius* L. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVII.
- 17) GEGENBAUR: Grundriß der vergleichenden Anatomie. 2. Auflage. Leipzig 1878.
- 18) GERLACH: Mikroskopische Studien aus dem Gebiete der menschlichen Morphologie. Erlangen 1858.
- 19) GRUBE: Über Augen bei Muscheln. Müller's Archiv. 1840.
- 20) HÄCKEL: Die Gewebe des Flußkrebsses. Müller's Archiv 1857.
- 21) BÉLA HALLER: Untersuchungen über marine Rhipidoglossen. II. Morph. Jahrbuch Bd. XI.
- 22) HELMHOLTZ: De fabrica systematis nervosi evertibratorum. Dissert. inaug. Berolini 1842.
- 23) v. JHERING: Vergleichende Anatomie des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1877.
- 24) v. JHERING: Die Gehörwerkzeuge der Mollusken in ihrer Bedeutung für das natürliche System derselben. Habilitationsschrift, Erlangen 1876.
- 25) JOBERT: Contribution à l'étude du système nerveux sensitif. Journal de l'anatomie et de la physiologie par Robin 1871.
- 26) JOSEPH: Beitrag zur Lehre von den trophischen Nerven. Verhandl. der physiol. Gesellsch. zu Berlin 1885/86 No. 15/16.
- 27) LECONTE et FAIVRE: Études sur la constitution chimique du système nerveux du sangsue (citiert nach Buchholz [No. 4]).
- 28) LEYDIG: Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere. 1857.
- 29) LEYDIG: Über das Nervensystem der Anneliden. Arch. f. Anat. u. Phys. von Reichert und du Bois-Reymond. 1862.
- 30) LEYDIG: Zur Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken. Arch. f. mikr. Anat. Bd. I.
- 31) PAUL MAYER: Über die in der zoologischen Station zu Neapel gebräuchlichen Methoden zur mikroskopischen Untersuchung. Mitteil. a. d. zool. Stat. zu Neapel Bd. II.
- 32) HANS SCHULTZE: Die fibrilläre Struktur der Nervelemente bei Wirbellosen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVI.
- 33) SIMROTH: Über die Sinnesorgane unserer einheimischen Weichtiere. Zeitschr. f. wissenschaft. Zool. Bd. XXVI.
- 34) SOLBRIG: Über die feinere Struktur der Nervelemente bei den Gastropoden. Leipzig 1872.
- 35) SPENGLER: Geruchsorgan und Nervensystem der Mollusken. Zeitschr. f. wissenschaft. Zool. Bd. 35.
- 36) STANNIUS: Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849.

- 37) STRICKER und UNGER: Untersuchungen über den feineren Bau der Großhirnrinde. Wiener Akad. Sitzgsber. 1879.
 - 38) VIGNAL: Citiert nach Hoffmann-Schwalbe: Jahresber. 1882.
 - 39) VIRCHOW: Die Cellularpathologie 4. Aufl. Berlin 1871.
 - 40) WALDEYER: Untersuchungen über den Ursprung und den Verlauf des Axencylinders bei Wirbellosen und Wirbeltieren, sowie über dessen Endverhalten in der quergestreiften Muskelfaser. Zeitschr. f. rationelle Medizin 1863.
 - 41) WALTER: Mikroskopische Studien über das Zentralnervensystem wirbelloser Tiere. Bonn 1863.
-

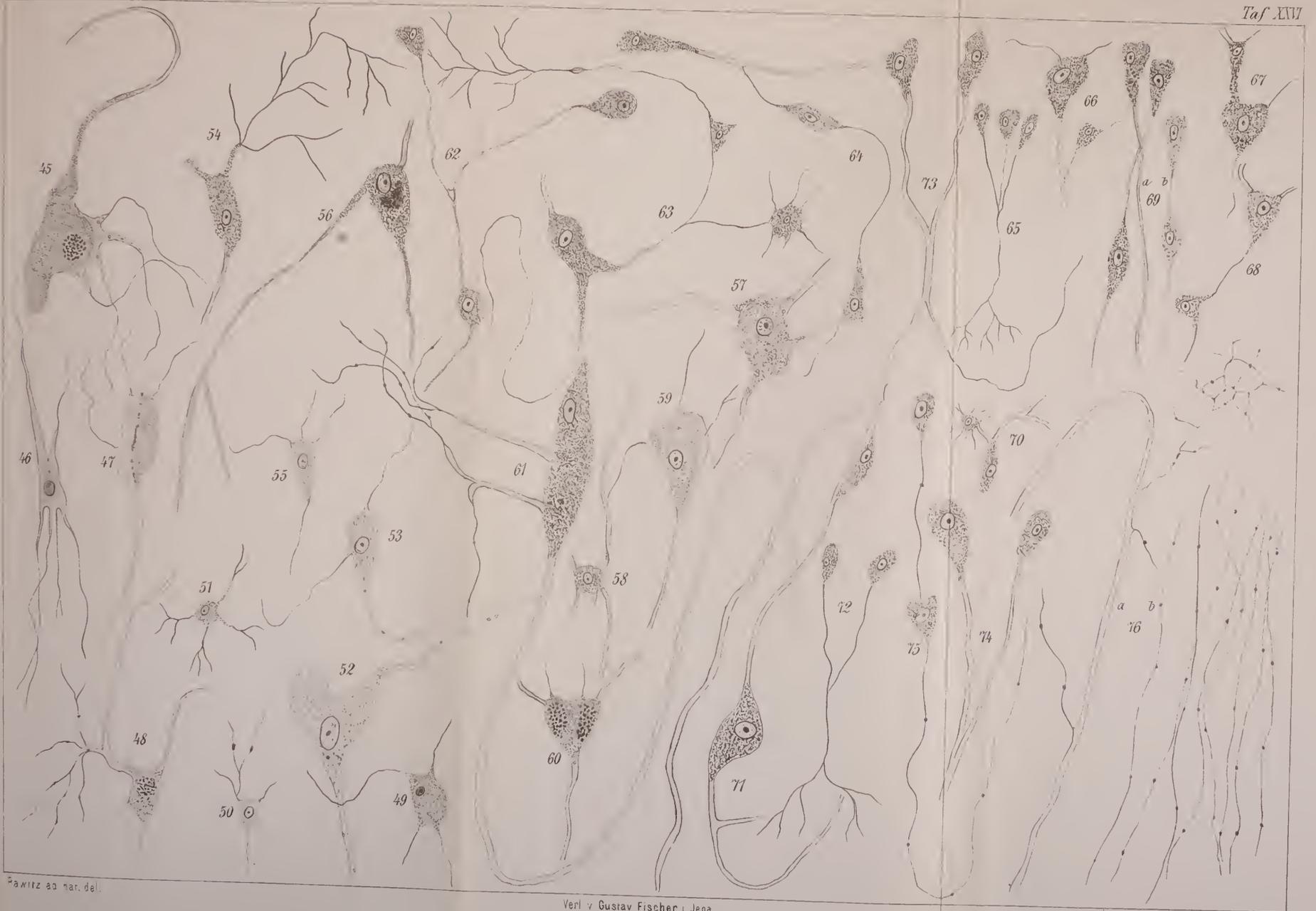


natur ad nat. de.

Verl. v. Gustav Fischer, Jena

Lith. Anst. v. A. Gillsch, Jena

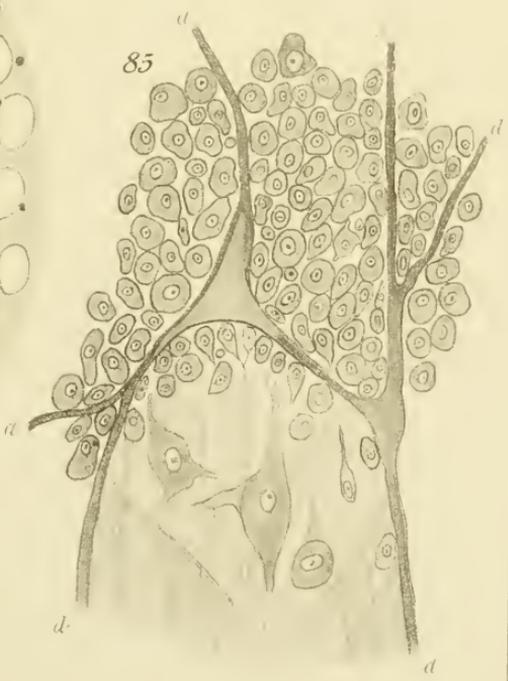
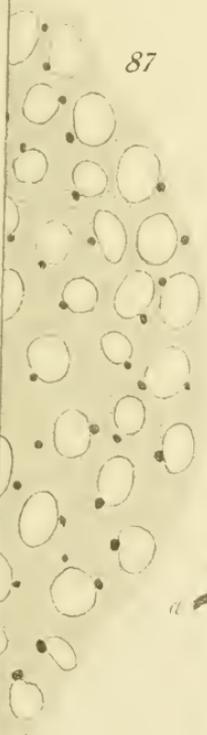
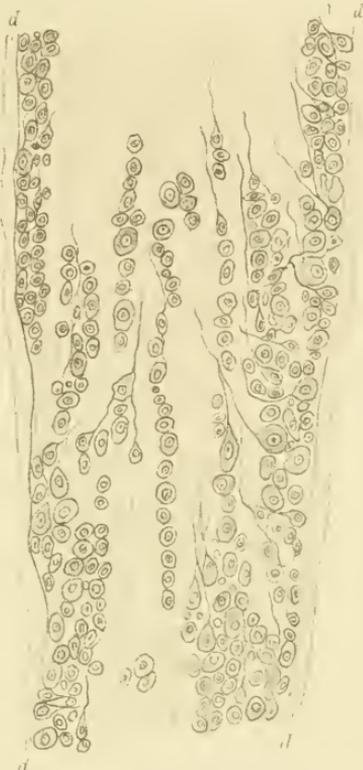
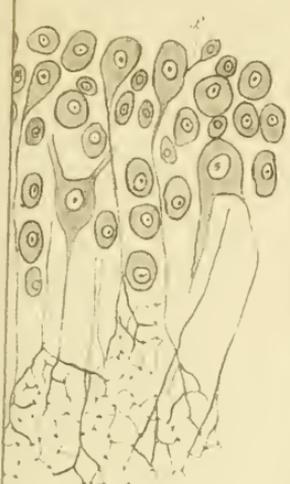


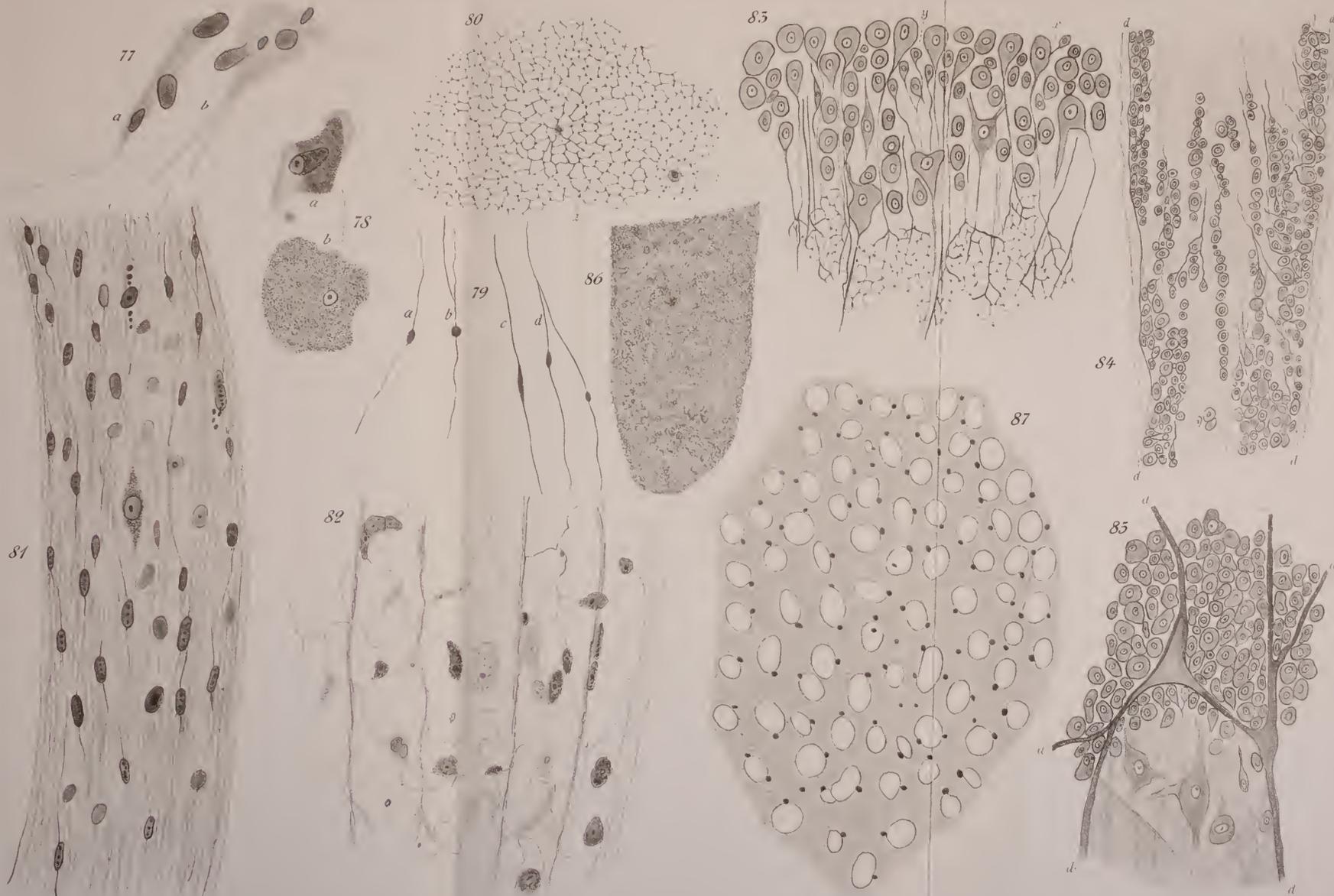


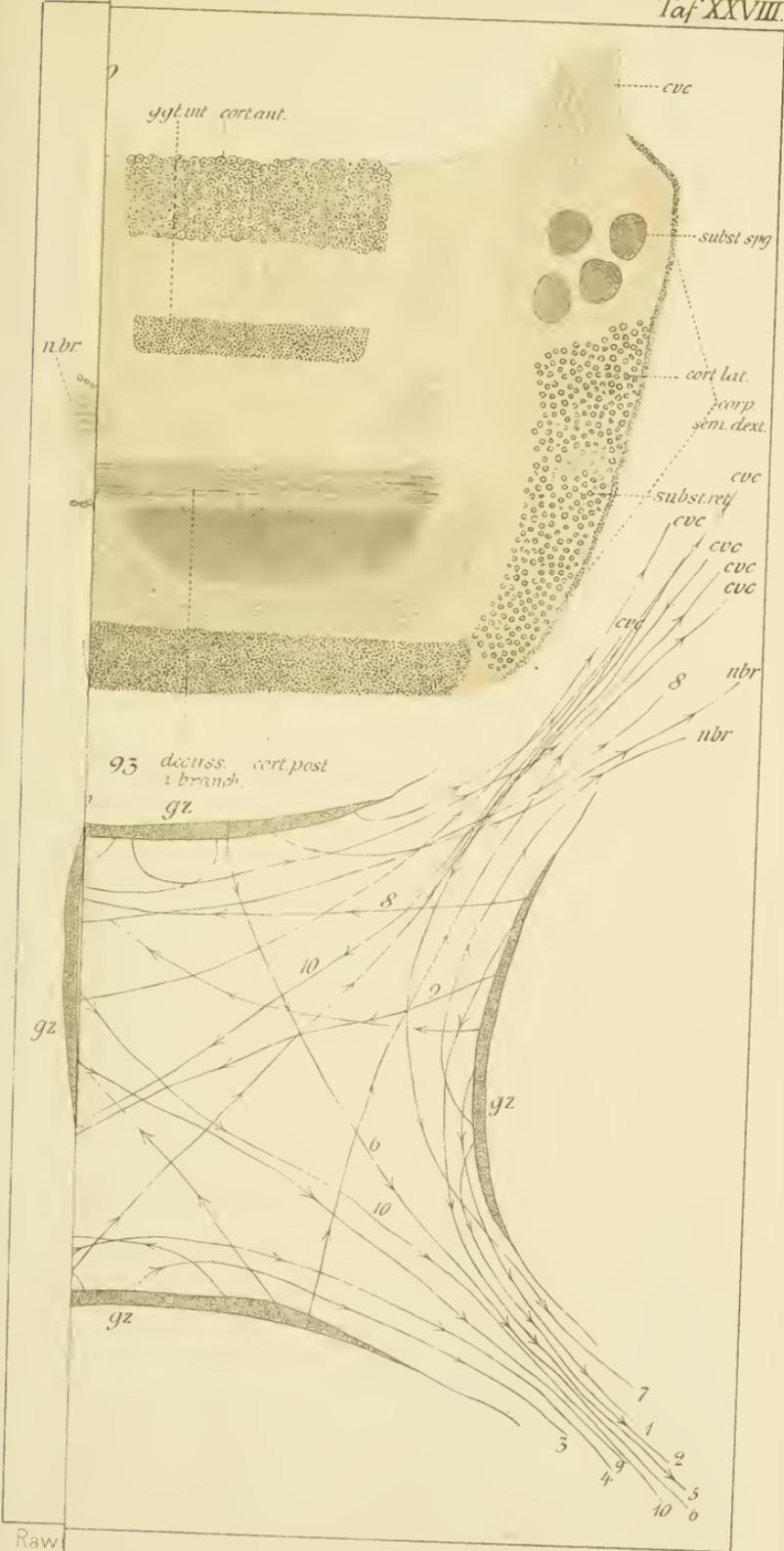
Fawitz aa nat. del.

Verl. v. Gustav Fischer, Jena.

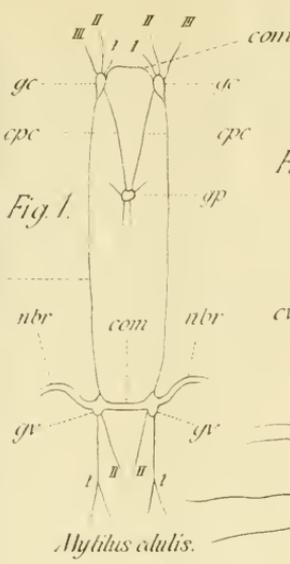
Lith. Anst. v. A. Giltisch, Jena.







Raw

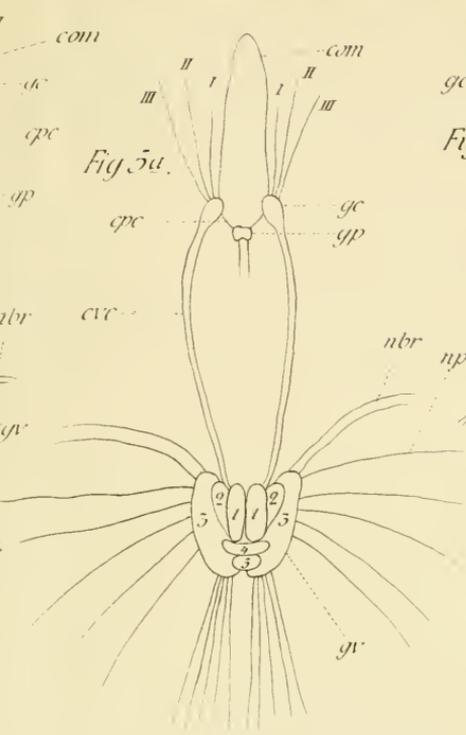


Mytilus edulis.

Fig. 5b.



Fig. 5a.



Pecten Jacobaeus.

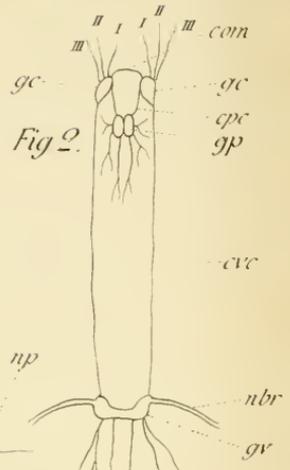


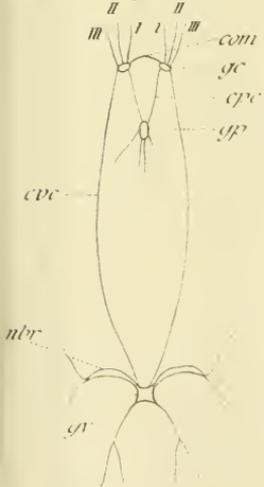
Fig. 2.

Arca barbata

Fig. 5c.



Fig. 5.



Mya arenaria
Cyprina isl

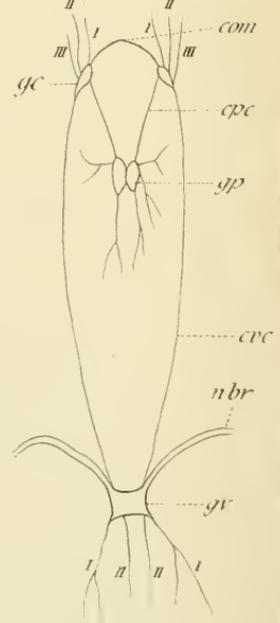
Fig. 5a.



Die Ganglien im Verhältniss, der Deutlichkeit wegen, zu gross gezeichnet. Alle Figuren etwa $\frac{1}{5}$ mal grösser, als in Wirklichkeit.

- gc = Ganglion cerebrale.
- gp = " pedale.
- gv = " viscerale.
- com = Commissur.
- cpc = Cerebropedal connectiv.
- cvc = Cerebrovisceral connectiv.
- nbr = nervus branchialis.
- np = " pallialis.
- un.m = nervi musculares.
- I II III Nervenstämme.
- 1, 1. corpus oblongum d. e. sin.
- 2, 2. " cuneiforme " "
- 3, 3. " semilunare " "
- 4. corpus centrale anterius.
- 5. " " posterius.

Fig. 4.



Ulvula pictorum.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [NF_13](#)

Autor(en)/Author(s): Rawitz Bernhard

Artikel/Article: [Das zentrale Nervensystem der Acephalen. 384-460](#)