

Zur Neurologie der Prosobranchier.

Von

Dr. J. Brock in Göttingen.

Mit Tafel VI und VII.

1. Über die Innervation des vorderen Fußrandes.

Im Jahre 1882 gab J. CARRIÈRE die bis jetzt eingehendste Beschreibung der Drüsenapparate des Prosobranchierfußes¹. Sie zerfallen bekanntlich in zwei deutlich gesonderte Drüsenkörper, die eigentliche Fußdrüse und die Lippendrüse. Als solche bezeichnete CARRIÈRE die Anhäufung einzelliger Drüsen, welche in den Lippenspalt münden, jene von zwei Lippen begrenzte Rinne, welche bei fast allen Prosobranchiern den Vorderrand des Fußes umzieht. Am Schluss seiner Beschreibung der Lippendrüse sagt unser Autor (l. c. p. 394): »Einen Punkt muss ich noch erwähnen — es ist das der ungemeine Reichthum an größeren und kleineren Ganglien, welche in den vorderen Theil der Lippendrüse eingebettet sind und durch Kommissuren unter einander in Verbindung stehen. Ich werde bei Gelegenheit noch darauf zurückkommen.«

Das ist indessen, so viel ich weiß, von CARRIÈRE nicht geschehen, und Andere haben die Bedeutung seiner Beobachtung wohl erst recht nicht erkannt. Denn eine eingehendere Untersuchung zeigt, dass hier in der That ein sehr merkwürdiges Strukturverhältnis vorliegt. Es lösen sich nämlich die vorderen Fußnerven oder deren Zweige in einen engmaschigen gangliösen Plexus auf, welcher dem vorderen Fußrand in der ganzen Ausdehnung des Lippenspaltes angelagert ist. Gewöhnlich ist dieser Plexus auf die feinsten Endverzweigungen der Fußnerven beschränkt und daher durchaus mikroskopischer Natur; in den

¹ J. CARRIÈRE, Die Fußdrüsen der Prosobranchier und das Wassergefäßsystem der Lamellibranchier u. Gastropoden. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXI. 1882. p. 387.

Fällen jedoch, wo der vordere Abschnitt des Fußes schon äußerlich mehr oder weniger deutlich als »Propodium« abgegrenzt ist, erlangt der Plexus eine entsprechend stärkere Entwicklung, greift auch auf die gröberen Äste der vorderen Fußnerven über und kann in einzelnen extremen Fällen (Harpa) das ganze Propodium ausfüllen.

Diese Fälle von besonders starker Entwicklung waren es auch, welche mir, als ich zufällig auf sie stieß, die von CARRIÈRE hingeworfene Äußerung in einem ganz anderen Lichte erscheinen ließen. Die eingehendere Beschäftigung mit den mikroskopischen Plexus öffnete mir die Augen darüber, dass, wo ich zuerst eine merkwürdige Ausnahme anzunehmen geneigt gewesen war, nur eine allgemein verbreitete Erscheinung in besonders starker und charakteristischer Ausprägung vorlag. Es ist das ein Weg, den die naturwissenschaftliche Forschung sehr oft gegangen ist.

Auch die nachfolgende Darstellung soll von einem solchen Fall ihren Ausgang nehmen. Bei keinem Prosobranchier ist das sogenannte Propodium bekanntlich so gut entwickelt, wie bei Harpa. Es tritt uns hier unter dem Bilde einer scheibenförmigen Ausbreitung des Fußes entgegen (Fig. 4 *prp*), welche von dem übrigen Theil durch eine halsähnliche Einschnürung (Fig. 4 *hls*) sehr deutlich abgegliedert ist. Der halbkreisförmige vordere Rand des Propodiums ist nach hinten jederseits in ziemlich lange stumpf konische Zipfel ausgezogen.

Entsprechend dieser hohen Ausbildung eines gesonderten vorderen Fußabschnittes zeigt sich auch der gangliöse Plexus der vorderen Fußnerven in der reichsten Entwicklung, die ich kenne, denn der ganze propodiale Fußtheil ist in der That vollkommen von ihm erfüllt. Für die nachfolgende nähere Schilderung verweisen wir den Leser auf unsere Fig. 4, welche das Fußnervensystem eines großen männlichen Exemplares von *Harpa ventricosa* Lam. von Amboina in doppelter natürlicher Größe darstellt. Die Beschreibung des wie bei allen diesen hochdifferenzirten Formen stark konzentrirten Centralnervensystems übergehen wir als nicht zu unserer Aufgabe gehörig, noch dazu, nachdem dasselbe jetzt in der großen BOUVIER'schen Monographie des Nervensystems der Prosobranchier¹ eine hinreichend genaue Darstellung erfahren hat.

Die Pedalganglien (Fig. 4 *pdg*) bilden zwei Massen etwa von der Gestalt einer langgestreckten Spindel, welche in der Mittellinie in weiter Ausdehnung mit einander verschmolzen sind. Besonders nach hinten verschmälert sich das Ganglion so allmählich in das Bündel der

¹ E. L. BOUVIER, Système nerveux des Gastéropodes Prosobranches. Ann. sc. nat. (VII) zool. T. III. 1887. p. 306.

die hinteren Partien des Fußes versorgenden Nerven, dass eine Grenze zwischen ihnen schwer zu ziehen ist. Alles in Allem treten etwa 20 gröbere und einige feinere Nervenstämme von den Seitenrändern und dem Hinterende der Pedalganglien ab (Fig. 4 *pdn*), welche in der gewöhnlichen Weise in dem ganzen Fuße mit Ausnahme des Propodiums sich verzweigen. Nach vorn verschmälert sich jedes Pedalganglion allmählich in einen dicken Strang, der bald in je zwei starke Nerven zerfällt, die Nerven des Propodiums (Fig. 4 *prn*).

Dieselben treten zunächst durch die halsförmige Einschnürung (Fig. 4 *krg*) hindurch, ohne Zweige abzugeben, sobald sie aber in den Bezirk des Propodiums eingetreten sind, zerfallen sie in je drei (selten vier) fächerförmig ausstrahlende Äste. Die Stellen ihres Verlaufes, wo dies geschieht, sind schon durch sehr feine Querkommissuren mit einander verbunden, doch konnte ich deutliche gangliöse Anschwellungen an ihnen noch nicht beobachten. Dagegen nimmt das sehr regelmäßige Gangliennetz, welches das Propodium durchzieht, schon von diesen ersten Theilungsästen seinen Anfang. Eine umständliche Schilderung desselben möchte ich mir und dem Leser ersparen, da sich eine solche ohne großen Aufwand an Worten nicht geben ließe und durch eine aufmerksame Betrachtung der Abbildung doch überflüssig gemacht würde. Ich begnüge mich daher mit folgenden ergänzenden Hinweisen.

Das Gangliennetz ist im Allgemeinen sternförmig. Es strahlen von jedem Ganglion sternförmig Verbindungsäste nach den benachbarten Ganglien aus, so dass in der Regel jedes Ganglion mit jedem benachbarten durch einen Nerven verbunden ist. Ob das ausnahmslos der Fall ist, lässt sich kaum mit Sicherheit sagen, da, wo ein solcher Verbindungsast vergebens gesucht wird, die Möglichkeit, dass er der Präparation zum Opfer gefallen ist, der Lage der Dinge nach schwer auszuschließen ist. Im Allgemeinen ist es aber sicher der Fall und es folgt daraus, dass die von den Verbindungsästen der einzelnen Ganglien umschlossenen Räume (häufig nahezu gleichseitige) Dreiecke sind.

Die Ganglien sind in annähernd concentrischen Kreisabschnitten angeordnet, deren äußerster und größter von dem Vorderende des Propodium gebildet wird. Je näher dem Rande, in desto kleineren Abständen folgen die Halbkreise auf einander und desto kleiner und zahlreicher werden die Ganglien, welche sie bilden. Es folgt daraus, dass das Gangliennetz gegen den Rand zu immer feiner und enger wird, welcher Umstand nicht wenig zu der Zierlichkeit seiner Erscheinung beiträgt. Die Ganglien der zwei bis drei äußersten Halbkreise sind schon mikroskopisch klein, die des letzten durchschnittlich nur 0,01 mm groß und wenig mehr als das Doppelte bis Dreifache vom

Epithel entfernt, wie das ein glücklich geführter Sagittalschnitt des Fußrandes (Fig. 5 g^V , g^{IV}) sofort zeigt.

Die Kommissuren zwischen zwei Ganglien sind gar nicht selten verdoppelt, wie das unsere Abbildung (Fig. 4) besonders an den Zweigen erkennen lässt, mit welchen die vier primären Propodialnerven in das Gangliennetz ausstrahlen. Es ist eine bei Prosobranchiern häufige Erscheinung, die ich bei meinen Zergliederungen oft beobachtet habe, und welche auch BOUVIER erwähnt und abbildet (BOUVIER, l. c. p. 264. Pl. XII, Fig. 58), dass ein Nerv sich in zwei Zweige theilt, welche nach kurzem Verlauf wie die Arme eines Flusses sich wieder mit einander vereinigen und dieses Schauspiel kann sich im Verlauf ein und desselben Nerven mehrmals wiederholen.

Von den Ganglien treten feine Ästchen in die umgebende Muskulatur, eben so wie ich auch von den kleinsten dicht unter dem Epithel liegenden Ganglien des Netzes feine Nerven bis an das Epithel habe verfolgen können. Von den Kommissuren zwischen den Ganglien dagegen wird, so weit ich sehen konnte, niemals ein Zweig abgegeben.

Der ganze, so reich entwickelte gangliöse Plexus liegt bemerkenswertherweise in einer annähernd mathematischen Ebene, nämlich derjenigen, welche man sich parallel zur Fußsohle durch die tiefste Stelle des Lippenspaltes gelegt denken kann. Nur die Endverzweigungen des Plexus machen davon eine Ausnahme, in so fern sie sich in die untere der den Spalt begrenzenden Lippen ein Stück weit hinein erstrecken, während sich in der Oberlippe niemals Ganglien finden. Doch ist dieses Verhältnis bei sehr vielen anderen Prosobranchiern weit stärker ausgeprägt, als gerade bei Harpa, wie später noch genauer darzulegen sein wird.

Bei der nahe verwandten Gattung *Oliva* (*O. maura* von Amboina diente zur Untersuchung) ist, wie das Propodium, so auch das Nervennetz desselben längst nicht so reich entwickelt als bei Harpa (vgl. Fig. 2). Auch hier treten von den länglich ovalen in der Mittellinie ebenfalls zur Berührung genäherten Pedalganglien (Fig. 2 *gpd*) je zwei starke Stämme (Fig. 2 *npr*) in das Propodium (Fig. 2 *prp*) ein, welche sich ausnahmsweise einmal gabeln, sonst aber ohne Äste abzugeben, bis zu nahezu zwei Drittel der Länge des Propodiums in dasselbe eindringen, um sich dann plötzlich in ein Gangliennetz aufzulösen, welches zum Unterschiede von Harpa nicht das ganze Propodium, sondern nur eine breite Zone längs seines Randes einnimmt. Im Übrigen aber ist es, wenn auch vielleicht nicht ganz so dicht und regelmäßig, doch vollkommen so wie das von Harpa gebaut.

Von der Gattung *Pyrula* hat mir ein Exemplar von *Pyrula ficus* zu

Gebote gestanden. Entsprechend dem zwar deutlich entwickelten, aber wenig abgesetzten Propodium (Fig. 3 *prp*) ist auch das Gangliennetz desselben zwar vorhanden, aber nicht besser entwickelt als bei *Oliva*, also auch nur auf die dem Vorderrande des Propodiums benachbarte Randzone beschränkt. Eigenthümlich ist, dass hier von den Pedalganglien (Fig. 3 *gpd*), deren Verschmelzung weit vorgeschritten ist, jederseits nur ein starker Nerv (Fig. 3 *nps*) in das Propodium tritt¹. Dieser Nerv theilt sich bald in drei Zweige, welche noch wiederholt in zwei oder drei zerfallen, bis die auf diese Weise aus den beiden ursprünglichen Ästen hervorgegangenen ziemlich zahlreichen Zweige sich in das Randgangliennetz auflösen, welches in seinem Bau, wie es scheint, auch nicht ganz die Regelmäßigkeit, wie *Harpa* aufzuweisen hat. Bemerkenswerth ist auch der Mangel von Querkommissuren zwischen den Hauptstämmen, wie sie *Harpa* und *Oliva* zeigen, doch wäre besonders hierfür die Bestätigung durch ein zweites Präparat, welches mir leider nicht zur Verfügung stand, sehr wünschenswerth gewesen.

An *Pyrula* schließt nahe *Cerithium* an. Ein Vertreter der Gattung von *Amboina* (*C. nodulosum*?) zeigte ein deutlich entwickeltes, seitlich in je einen kleinen Zipfel ausgezogenes Propodium, während die mir in der Litteratur zugänglichen Abbildungen und Beschreibungen anderer Arten davon nichts erkennen lassen. In Übereinstimmung damit zeigte nun auch unsere *Cerithium*-Art einen gut entwickelten gangliösen Plexus in dem Propodium, von welchem ich nur deshalb keine Abbildung gegeben habe, weil die Kleinheit des Thieres die Herstellung eines entsprechend guten Präparates zu sehr erschwerte. Im Einzelnen ist wenig zu bemerken. Von den steil aufgerichteten Pedalganglien gingen, wie bei *Pyrula ficus*, sämtliche Nerven in einem Bündel vom hinteren Ende ab und auch hier trat jederseits nur ein starker Nerv in das Propodium ein. Ich konnte nachweisen, dass gleich die ersten Verzweigungen dieses Nerven mit einander anastomosirten, und, wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, fehlten auch die gangliösen Anschwellungen an den Knotenpunkten nicht. Das Mikroskop enthüllt auch weiter einen sehr dichten Plexus im Bereich der feineren Verzweigungen der Propodialnerven, welcher fast ganz in dem mächtigen Drüsenlager der Lippendrüse eingebettet ist. Dieser Plexus liegt zunächst, wie gewöhnlich, in einer mit dem Grunde des Lippen-

¹ Bei *Pyrula ficus* sind eigenthümlicherweise die Pedalganglien im Verhältnis zu den dorsalen Ganglien des Schlundringes stark nach hinten verschoben. In Folge dessen gehen die Cerebral- und Pleuralconnective nicht von den Seitenrändern, sondern vom Vorderende ab, während die Abgangsstellen der Pedalnerven sich ganz auf den hinteren Pol zusammendrängen.

spaltes korrespondirenden Ebene, biegt dann aber in die Unterlippe ab, wo sich kleine Ganglien bis dicht unter das Epithel verfolgen lassen. In die Oberlippe dagegen erstrecken sich niemals Ausläufer des Plexus hinein. In dem mikroskopischen Endplexus — wir wollen ihn von jetzt an den terminalen nennen — sind die Kommissuren zwischen den Ganglien sehr kurz und dick und die Ganglienzellen erstrecken sich von den Ganglien so weit auf sie, dass die zweier benachbarten Ganglien sich begegnen und so die Kommissuren einen kontinuierlichen Ganglienbelag erhalten.

Dass auch *Natica* — ebenfalls eine der wenigen sich eines besonderen Propodiums erfreuenden Gattungen — keine Ausnahme macht, wurde mir schon zur Gewissheit, als ich die Abbildung eines Sagittalschnittes durch den vorderen Fußrand von *Natica* bei SCHIEMENZ¹ darauf hin ansah. Dieser Schnitt ist, wie der in meiner Fig. 5 dargestellte so gefallen, dass er die Ganglien mehrerer auf einander folgender Kreise des Gangliennetzes und zum Theil auch die sie verbindenden Kommissuren trifft.

Die Präparation, ausgeführt an *Natica Josephina* Risso (Neapel, Zool. Stat.) und einer kleineren indischen Art (*didyma* Bolten?), bestätigte den mikroskopischen Befund vollkommen. In das Propodium treten jederseits zwei starke Nervenstämmen ein (Fig. 4), von denen der laterale sich bald wieder gabelt. Schon ihre primären Äste nehmen an der Bildung des gangliösen Plexus Theil, der also ein ziemlich ausgedehnter ist und einen verhältnismäßig weit größeren Theil des Propodiums als *Oliva* einnimmt. Auch der terminale Theil des Plexus ist, wie das Mikroskop zeigt, sehr dicht und lässt sich bis dicht unter das Epithel verfolgen.

Natica ist der einzige Prosobranchier, welchen ich kenne, der eine wohl entwickelte Lippendrüse, aber keinen Spalt am vorderen Fußrande besitzt. Die »Lippendrüse« würde also hier ihren Namen mit Unrecht führen. Übrigens ist der Lippenspalt auch bei *Harpa* und *Oliva* sehr seicht, bei letzterer Gattung kaum angedeutet.

Von den beiden anderen Gattungen, welche durch die Abgrenzung eines Propodiums charakterisirt sind, *Ancillaria* und *Sigaretus*, habe ich keine Vertreter untersuchen können. Doch schließt sich *Ancillaria* in jeder Hinsicht so nahe an *Oliva*, *Sigaretus* an *Natica* an, dass eine Übereinstimmung in diesem Punkte danach wohl auch zu erwarten steht.

¹ P. SCHIEMENZ, Über die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gastropoden. II. Mitth. Zool. Stat. Neapel. Bd. VII. Taf. XVI, Fig. 8.

Alle übrigen von mir untersuchten Prosobranchier ohne Propodium¹ stimmen nun darin überein, dass durch Präparation in dem vorderen Abschnitt des Fußes kein gangliöser Plexus nachzuweisen ist, während das Mikroskop einen meist sehr dichten und feinen »terminalen« Plexus längs des Vorderrandes des Fußes zeigt. Da dieser terminale Plexus sich meist nur auf vier bis fünf konzentrische Kreise von Ganglien beschränkt, so kommen die Ganglien auch des äußersten Kreises nicht sehr weit von dem Grunde des Lippenspaltes zu liegen, so dass bei einer einigermaßen starken Entwicklung der Lippendrüse der Plexus von der Drüsenmasse ganz umhüllt wird. In so fern hat CARRIÈRE ganz richtig beobachtet. Meist tritt aber eine mehr oder minder starke Verschiebung des ganzen Plexus nach der Unterlippe zu ein, in welche der peripherische Theil desselben dann ganz zu liegen kommt, und hier sieht man dann gewöhnlich die kleinsten Ganglien ganz dicht unter dem Epithel und kann von ihnen nun noch verhältnismäßig starke Zweige bis unmittelbar an die Basis der Epithelzellen verfolgen. Die einzelnen geringfügigen Abänderungen dieses Grundplans bei den untersuchten Arten besonders namhaft zu machen, hätte keinen großen Werth.

Eine bemerkenswerthe Ausnahme machen nur die Rhipidoglossen. Bei diesen — und zwar bei allen vier untersuchten Genera — *Haliotis*, *Trochus*, *Turbo* und *Nerita* — fehlt wie bei *Natica* der Spalt am vorderen Fußrande vollständig, es fehlt zum Unterschiede von dieser bei ihnen aber auch jede Andeutung einer Lippendrüse. Dagegen ist der terminale Ganglienplexus des vorderen Fußrandes hier so dicht entwickelt, dass man über den ungeheuren Nervenreichthum dieses Fußabschnittes mit Recht erstaunt sein darf. Nur ein Unterschied ist auch hier vorhanden. Die Knotenpunkte des Geflechtes zeichnen sich zwar auch schon durch eine größere Ansammlung von Ganglienzellen aus, aber deutlich ausgebildete kugel- oder spindelförmige Ganglien sind noch nicht vorhanden, dagegen haben die einzelnen Kommissuren zwischen ihnen einen fast noch kontinuierlichen Belag von kleinen Ganglienzellen. Es dürfte wohl kein Zweifel darüber herrschen, dass dieses Verhältnis gegenüber dem Bau des Plexus bei den übrigen Prosobranchiern als niedriger, ursprünglicher aufzufassen ist, und damit stimmt

¹ *Trochus niloticus*, *Turbo chrystomus*, *Nerita (peloronta?)*, *Haliotis* (noch nicht bestimmte indische Art), *Conus virgo*, *Cypraea tigris*, *Ovula oviformis*, *Voluta vespertilio*, *Solarium perspectivum*, *Strombus* sp. Weiter meine Untersuchungen auszudehnen, fand ich mich nicht veranlasst, da die gewonnenen Resultate zusammengehalten mit den schon citirten Äußerungen CARRIÈRE'S auf eine hohe Gleichförmigkeit der berührten Verhältnisse schließen lassen.

ja auch sehr gut, was wir sonst über die Stellung der Rhipidoglossen im System wissen.

Eine nachträgliche Untersuchung anderer Stellen des Fußrandes von *Trochus niloticus* und *Haliotis* sp. ergab die bemerkenswerthe Thatsache, dass auch die seitlichen und hinteren Partien des Fußrandes im Nerven- und Ganglienreichthum den vorderen kaum nachstehen, während die entsprechenden Fußabschnitte höherer Prosobranchier, wie zahlreiche Kontrollpräparate lehrten, relativ nervenarm sind und Ganglien — vereinzelte Ausnahmen abgerechnet — ganz entbehren. Der scharfe Unterschied zwischen der Innervirung des Vorderendes des Fußes und des übrigen Fußrandes ist also bei *Trochus* und *Haliotis* noch nicht vorhanden. Wie derselbe sich bei höheren Prosobranchiern allmählich herausbildet, wäre Gegenstand einer besonderen Untersuchung, auf welche ich mich indessen nicht weiter eingelassen habe.

Vergleichen wir die gewonnenen Ergebnisse mit einander, so dürfen wir wohl aussprechen, dass, wie die große Menge der Prosobranchier in Bezug auf die Ausbildung des terminalen Plexus des vorderen Fußrandes eine höhere Stellung als die Rhipidoglossen einnimmt, die durch ein Propodium ausgezeichneten Gattungen wieder eine höhere Stufe als jene erstiegen haben. Die Thatsachen lehren also, dass zwischen der auch äußerlich sichtbaren Abgrenzung eines vorderen Fußabschnittes als Propodium und der reicheren Entwicklung jenes für den vorderen Fußrand so charakteristischen gangliösen Plexus ein bestimmter Zusammenhang besteht. Es ist das um so merkwürdiger, als die ganze Bildung des Propodiums bei den wenigen damit versehenen Familien eine so verschiedene ist, dass die Ausbildung desselben nothwendigerweise mehrmals unabhängig von einander zu Stande gekommen sein muss¹. Bei *Natica* und *Sigaretus* ist das Propodium eine Art viereckiger Aufsatz auf der dorsalen Fläche des vor Mund und Mantelöffnung liegenden vorderen Fußabschnittes, welcher nach hinten zu steil abfällt, an dem Vorderrande des Fußes dagegen mit der Sohle verschmilzt. Bei *Oliva* und *Ancillaria* ist der vordere (vor der Mundöffnung liegende) Theil des Fußes von dem Rest durch eine rings um den Fuß (senkrecht zu seiner Längsachse) herumlaufende Furche wie

¹ So z. B. bei den so nahe verwandten *Harpa* und *Oliva*. Auch der Umstand, dass es der *Harpa* sehr nahe stehenden *Voluta* (die gegentheilige Angabe bei BRONN-KEFERSTEIN, Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Bd. III. p. 894 ist vollkommen unbegründet) vollkommen fehlt, lässt das Propodium als eine mehrfach unabhängig von einander vollzogene Erwerbung erscheinen.

abgeschnitten, welche auf dem Rücken einen Kreisabschnitt, auf der Sohle des Fußes dagegen einen nach vorn konvexen, etwa rechten Winkel bildet. Eine auf dem Rücken sehr tiefe, auf der Fußsohle sehr feine genau in der Mittellinie verlaufende Rinne theilt das Propodium in zwei etwa dreieckige symmetrische Hälften, deren hintere Ecke in einen bisweilen sehr langen¹ und feinen Zipfel ausgezogen ist.

Bei Harpa und den mit einem Propodium versehenen *Pyrula*-² und *Cerithium*-Arten erscheint die einfachste Form des Propodiums, bei welcher die Sonderung gegen den übrigen Theil des Fußes durch eine mehr oder minder deutlich ausgeprägte, halsartige Einschnürung erfolgt. Es ist das zugleich die einzige, welche durch Übergänge mit dem gewöhnlichen Verhalten verbunden erscheint, indem bei sehr vielen Prosobranchiern unmittelbar hinter dem vorderen Fußrand, dessen Ausdehnung, wie man sich erinnern wird, in allen Fällen durch den Lippenspalt bestimmt wird, leichte Einbuchtungen auftreten, welche anfangen einen vorderen Fußabschnitt zu markiren; doch können wir von einem Propodium erst sprechen, wo wie bei Harpa etc. diese Einbuchtungen so einschneiden, dass die hinteren Ecken des dadurch abgegrenzten vorderen Abschnittes in (Anfangs sehr kleine und stumpfe) Zipfel ausgezogen werden. Jedenfalls — und das ist nicht unwichtig — steht bei den untersuchten Genera Harpa, Oliva, *Pyrula*, *Cerithium* und *Natica* die Höhe der Ausbildung des gangliösen Plexus in direktem Verhältnis zu dem Grade der deutlichen Abgrenzung eines propodialen Abschnittes.

HUXLEY's bekannte Eintheilung des Gastropodenfußes in drei hinter einander liegende Abschnitte, die er als Pro-, Meso- und Metapodium bezeichnete³, war bekanntlich durch rein vergleichend-anatomische Erwägungen bestimmt, eine auf die Entwicklungsgeschichte gegründete Eintheilung, wie sie uns GRENACHER gegeben hat⁴, fällt ja auch ganz anders aus. Es ist hier keineswegs meine Absicht, die HUXLEY'sche Lehre rehabilitiren zu wollen, — das dürfte nach GRENACHER's Kritik doch ein undankbares Beginnen sein —, aber ich möchte doch nicht unterlassen hervorzuheben, dass jetzt wenigstens eine Möglichkeit ge-

¹ z. B. *O. columellaris* Sow.

² So weit sich bis jetzt erkennen lässt, scheinen nur diejenigen *Pyrula*-Arten ein Propodium zu haben, welche man als *Ficula Swains.* generisch getrennt hat. Bestätigt sich das, so wäre es ein Grund mehr für die Berechtigung dieses Verfahrens.

³ HUXLEY, On the Morphology of the Cephalous Mollusca etc. Philos. Transact. Vol. CXLIII. p. 29.

⁴ GRENACHER, Zur Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Diese Zeitschr. Bd. XXIV. 1874. p. 459 sqq.

geben ist, einen vorderen Fußabschnitt, ein Propodium auch anatomisch zu charakterisiren. Es ist das freilich nicht so zu verstehen, als ob die Abgrenzung eines Propodiums neue bestimmte anatomische Änderungen, unter Anderem auch im Nervensystem zur Folge gehabt hätte, sondern im Gegentheil die stärkere Ausbildung des jedem Prosobranchier zukommenden gangliösen Plexus am Vorderrande des Fußes hat sekundär eine schärfere Abgrenzung dieses Abschnittes gegen den übrigen Fuß, das »Propodium« nach sich gezogen, wie aus der großen sonstigen Verschiedenheit der als Propodien bezeichneten Gebilde zur Genüge hervorgeht¹. Jedenfalls aber können wir den Namen »Propodium« nur da zulassen, wo sich in dem so bezeichneten Fußabschnitte ein gut ausgebildeter gangliöser Plexus vorfindet, und wir müssen entgegen der Meinung HUXLEY's diese Bezeichnung dem vorderen beilförmigen Abschnitte des Fußes der Alaten (*Strombus*, *Pteroceras* etc.) versagen, welcher, offenbar in Anpassung an die hüpfende Fortbewegung dieser Thiere erworben, auch äußerlich mit den von uns als solchen anerkannten Propodien wenig gemein hat.

Die physiologische Bedeutung dieser Nervenendausbreitung ist vollkommen räthselhaft. Wo sie in einer so hohen Entwicklung erscheint, wie bei *Harpa*, *Natica* etc. sind die sie bergenden Fußabschnitte mit einem Nervenreichthum ausgestattet, der bei Mollusken seines Gleichen nicht hat. Dass dieser exceptionellen Organisation auch eine besondere Verwendung des Propodiums im Leben entspräche, davon weiß kein Beobachter etwas zu berichten, ich selbst kann nur sagen, dass ich an den Bewegungen des vorderen Fußabschnittes von *Harpa* und *Oliva* durchaus nichts Auffälliges wahrnehmen können. Der Umstand, dass man so leicht und so häufig von den Ganglien des Plexus verhältnismäßig starke Zweige bis an die Basis des Epithels verfolgen kann, scheint auf eine (vorwiegend) sensible Bedeutung des Plexus hinzuweisen, aber viel weiter kommen wir mit dieser Erkenntnis auch nicht. Dass Schnecken mit dem Vorderrande ihres Fußes beim Kriechen tasten, ist längst bekannt und leicht zu bestätigen, aber das erklärt nicht im Geringsten den ungeheuren Aufwand von Nerven, der hier für nöthig befunden ist, während doch das Tastorgan par excellence, der Fühler, mit einem unendlich geringfügigeren Nervenapparat sich behelfen muss. Auch das von dem Plexus hauptsächlich versorgte Epithel, das der Unterlippe des Fußrandes, giebt das äußerlich durch keine besondere Organisation zu erkennen.

¹ Wobei der Causalnexus allerdings völlig dunkel bleibt.

Komplicirtere Sinnesorgane besitzt es jedenfalls nicht, und wenn auch eine genauere, an frischem Material vorzunehmende Untersuchung das Vorhandensein selbst zahlreicher Sinneszellen ergeben sollte, so wäre damit für die Erklärung seiner so eigenthümlichen Innervation, wie ich kaum besonders zu bemerken brauche, rein gar nichts gewonnen. Hier den Schleier zu lüften, muss der Zukunft vorbehalten bleiben.

Die Neigung der Nerven, sich besonders in ihren Endverzweigungen in Plexus aufzulösen, ist bei den Mollusken eine sehr große. Solche Plexus sind beschrieben worden in der Magen- und Darmwand verschiedener Proso-Opisthobranchier und Pulmonaten, in der Kieme, dem Perikard, der Herzwand, dem Mantel, den Lippen, und der Niere von Prosobranchiern, in den meisten der hier aufgezählten Organe auch von Pulmonaten, aus dem Mantel von Muscheln etc.¹ Nicht häufig aber sind die Knotenpunkte zu Ganglien entwickelt, so nur in der Magen- und Darmwand von Opisthobranchiern (eigene Beobachtungen), in dem Mantelplexus von *Haliotis*; den Lippen von *Testacella* nach LACAZE-DUTHIERS², und in der Peniswand von *Buccinum* nach BOUVIER³, doch wurden die anscheinend gangliösen Anschwellungen an letzterem Orte nicht mikroskopisch geprüft. Mit der Größe und Regelmäßigkeit der hier beschriebenen gangliösen Geflechte können die meisten dieser Gebilde aber keinen entfernten Vergleich aushalten.

Die Lippendrüse bietet in ihrer Anordnung, der Gestalt der sie zusammensetzenden Drüsenzellen und deren Sekretionsverhältnissen eine noch größere Mannigfaltigkeit, als man nach CARRIÈRE'S Darstellung vermuthen sollte. Von näheren Angaben sehe ich ab, weil die meisten Abweichungen doch recht unwesentlicher Natur sind und histologische Untersuchungen nur an Material angestellt werden sollten, welches besonders mit Rücksicht darauf behandelt worden ist. Ich will nur zwei Punkte kurz hervorheben.

¹ LACAZE-DUTHIERS, Mémoire sur l'anatomie et l'embryogénie des Vermets. Ann. sc. nat. [4]. zool. T. XIII. p. 260. — Mémoire sur le système nerveux de l'Haliotide. Ibid. T. XII. p. 273; ferner: Considérations sur le système nerveux des Gastéropodes. Compt. rend. T. CIII. p. 533. AMANDRUT (Bull. soc. philomath. [7]. X. p. 68 u. 407). B. HALLER, Zur Kenntniss der Muriciden. I. Th. Denkschr. Wien. Akad. Math.-naturw. Klasse. Bd. XLV. 1882 und Untersuchungen über marine Rhipidoglossen. I. Studie. Morphol. Jahrb. Bd. IX. p. 4. A. NALEPA, Beiträge zur Anat. der Stylommatophoren. Sitzungsber. Wien. Akad. Bd. LXXXVII. Abth. I. 1883. p. 63. L. VIALLETON, Sur l'innervation du manteau de quelques Mollusques Lamelli-branches. Compt. rend. t. XCIV. p. 464. BOUVIER, l. c. p. 264, 382, LACAZE-DUTHIERS, Histoire de la Testacelle. Arch. zool. exp. gén. [2]. t. V. 1887. p. 558, 576 etc. etc.

² l. c. p. 273, Testacelle, p. 558.

³ l. c. p. 264.

1) Bei *Ovula oviformis* besteht die Lippendrüse nicht aus den gewöhnlichen flaschen-, retorten- oder schlauchförmigen einzelligen Drüsen, sondern aus verzweigten Schläuchen, welche nach dem Wirbelthiertypus gebaut sind, also eine Membrana propria und ein einschichtiges Epithel von großen kubischen Sekretionszellen besitzen. Da dergleichen Drüsen bei Mollusken, wie bei Wirbellosen überhaupt recht selten sind, so habe ich von dem Funde in Fig. 6 eine Abbildung gegeben. Auf die anscheinend sehr complicirten Verhältnisse der Sekretion kann ich mich aus den angegebenen Gründen hier nicht einlassen.

2) Bei allen von mir untersuchten Prosobranchiern, welche am Vorderrande des Fußes einen Lippenspalt besitzen, findet sich im Epithel der Oberlippe, meist einem sehr hohen flimmernden Cylinderepithel, nicht weit vom Grunde des Spaltes eine kleine Strecke, welche dadurch besonders ausgezeichnet ist, dass das Epithel sich sehr stark verflacht. Auf dieser Strecke, welche häufig durch eine kleine Einsenkung noch mehr hervorgehoben wird, münden niemals Lippendrüsen aus. Befindet sich in der Vorderkante der Oberlippe vor der eigentlichen Lippendrüse eine zweite Drüsenportion (z. B. *Conus*, vgl. *CARRIÈRE*, l. c. p. 393), so entspricht die so veränderte Epithelregion der Grenze zwischen beiden. Da mir die Konstanz dieser Erscheinung auffiel, habe ich sie wenigstens erwähnen wollen; ihre Bedeutung kenne ich nicht.

2. Über das Centralnervensystem und die Visceralkommissur von *Pteroceras*.

Unter der kleinen Familie der Alaten hat bisher fast nur der verhältnismäßig leicht zugängliche *Strombus gigas* zu anatomischen Untersuchungen gedient. Wir kennen das Nervensystem desselben jetzt durch v. *IHERING*¹ und *BOUVIER*² ziemlich genau. Letzterer hat auch *Strombus luhuanus* und *Pteroceras lambis* untersucht und versichert, dass die Abweichungen dieser beiden Arten von *Strombus gigas* so unwesentlich seien, dass es sich nicht verlohnte, näher darauf einzugehen.

Nun ist es zwar in eines Jeden Belieben gestellt, was er in jedem einzelnen Falle unter »unwesentlich« verstehen will, ich glaube im Gegensatz zu *BOUVIER*, dass die Abweichungen in dem Nervensystem der beiden letztgenannten Arten von *Strombus gigas* bedeutungsvoll und interessant genug sind, um ausdrücklich hervorgehoben zu werden.

Legt man das Centralnervensystem und die Visceralkommissur von *Pteroceras lambis* (Fig. 5, 6) frei, so scheint auf den ersten Blick

¹ H. v. *IHERING*, Vergleichende Anatomie des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1877. p. 419.

² *BOUVIER*, l. c. p. 172.

ein von dem Typus der Klasse sehr abweichendes Verhältnis vorzuliegen. Statt einer Ganglienmasse dorsal- und einer ventralwärts vom Darmkanal finden wir eine solche rechts und eine zweite links von ihm liegen. Die Kommissur, welche vom rechten Pleuralganglion zum Supraintestinalganglion dorsal nach links unten über den Darm wegzieht, scheint zu fehlen, und statt ihrer finden wir einen starken Nerven vom linken Pleuralganglion zum Subintestinalganglion nach rechts unten quer über den Darm weglaufen (Fig. 5, 44).

Eine richtige Deutung der Ganglien des Schlundringes, wie sie uns das nähere Studium der von ihnen abtretenden Nerven unschwer ermöglicht, löst alsbald das Räthsel.

Es hat eine Drehung des Schlundringes von rechts unten nach links oben um 90° , also, wenn wir uns durch den Schlundring eine auf dem Darmkanal senkrecht stehende Ebene denken, in dem der Bewegung des Uhrzeigers entgegengesetzten Sinne stattgefunden. In Folge dessen liegen die mit einander verschmolzenen Pedalganglien (Fig. 5 *gg.pdd*) jetzt nicht mehr unter, sondern rechts vom Darm, und nicht mehr neben, sondern über einander, und zwar das rechte dorsal über dem linken. Die mit einander ebenfalls verschmolzenen und nur noch durch seichte Furchen begrenzten Cerebral- und Pleuralganglien liegen nicht mehr dorsal, sondern links vom Darm, und zwar ebenfalls die rechten Cerebral- und Pleuralganglien (Fig. 5 *g.cb.d*, *g.pl.d*) dorsal über dem linken (Fig. 5 *g.cb.s*, *g.pl.s*). Die Cerebropedal- (Fig. 5 20, 25) und Pleuropedalconnective (Fig. 5 21, 22) endlich verlaufen nicht mehr seitlich vom Darm, sondern quer über (rechtes) und unter (linkes) ihm weg.

In diese Drehung ist nun natürlich auch die obere Schleife der (chiastoneuren und zygoneuren im Sinne BOUVIER'S) Visceralkommissur hineingezogen worden, und muss, da ihre beiden Ganglien, die Supra- und Subintestinalganglien, ihre Lage bewahrt haben, sich bedeutende Verlängerungen gefallen lassen. Da das rechte Pleuralganglion jetzt links vom Darm liegt, so kann der zum (ebenfalls links liegenden) Supraintestinalganglion (Fig. 5 *g.spi*) ziehende dorsale Schenkel der Visceralkommissur (Fig. 5, 6 13) den Darm nicht mehr kreuzen, sondern läuft links vom Darm etwa parallel mit ihm, neben ihm entlang. Umgekehrt muss das Connectiv (Fig. 5 11) zwischen dem rechten Pleuralganglion und dem Subintestinalganglion (Fig. 5, 6 *g.sbi*), welches sonst rechts neben dem Darm herläuft, jetzt quer über den Darm weglaufen, um zu dem nach links verlagerten rechten Pleuralganglion zu kommen. Die vordere Schleife der Visceralkommissur liegt daher, wie das Schema Fig. 10 am besten zeigen wird, nicht mehr über, resp. unter, sondern links seitlich von dem Darmkanal.

Diese eigenthümliche Verlagerung des Centralnervensystems, welches ich auch in ganz gleicher Weise bei *Strombus luhuanus* antraf, ist eine höhere Stufe einer bei *Strombus gigas* und wahrscheinlich auch anderen *Strombus*-Arten angebahnten Differenzirung, welche sich ähnlich auch bei den Cypraeen eingeleitet findet. Die Drehung des ganzen Schlundrings um 90° nach links und oben hat sich bei *Strombus gigas* für die Pedalganglien schon vollzogen, während der dorsale Abschnitt des Schlundringes davon noch kaum berührt ist. Erstere liegen — allerdings noch neben einander — schon ganz rechts vom Darm, und die langen, sie mit der Cerebropleuralganglienmasse verbindenden Connective laufen schon, wie bei *Pteroceras lambis* quer über und unter dem Darm weg; aber die Cerebropleuralganglienmasse ist nur ein klein wenig nach links gerückt und die rechten Ganglien ein wenig über die linken geschoben. Die Kommissur zwischen rechten Pleural- und Supraintestinalganglion kreuzt, wenn auch unter sehr spitzem Winkel, noch den Darmkanal¹. Ein Schritt weiter in der eingeschlagenen Richtung, und wir haben die Verhältnisse von *Pteroceras lambis* und *Strombus luhuanus*.

Wir kennen jetzt schon drei Wege, auf welchen von der einfachen typischen gedrehten Visceralkommissur der Prosobranchier aus zu complicirteren Bildungen fortgeschritten wird. Der erste besteht in einer Verschmelzung der beiden Schenkel der hinteren Schleife mit starker Verkürzung der vorderen. Durch diese höchst eigenthümliche Differenzirung kommen wir zu der anscheinend orthoneuren Visceralkommissur der Neritinen und Helicinen, für deren Erklärung ich mich, wie man sieht, ganz an die jüngst von PELSENER gegebenen anschließe. Ist dieselbe richtig, so würden die Heteropoden eine Art von Übergangsstufe dazu bilden².

Die zweite Differenzirungsrichtung ist die eben geschilderte. Sie gipfelt in der Verlagerung der vorderen Schleife der Visceralkommissur links vom Darm, und wird durch die Cypraeen und Alaten repräsentirt.

Eine dritte Differenzirungsrichtung kann man in der Annäherung und Verschmelzung der Supra- und Subintestinalganglien mit den Pleuralganglien ihrer Seite erblicken, wie solche in allen Stadien bei zahlreichen höheren Prosobranchiern sich verwirklicht finden. Gewöhnlich verschmilzt das Subintestinalganglion zuerst mit dem rechten Pleuralganglion, während das Supraintestinalganglion sich viel länger

¹ Vgl. zu dieser Erörterung die Beschreibung und Abbildung bei BOUVIER, l. c. p. 172. Pl. XI, Fig. 54.

² P. PELSENER, Gibt es Orthoneuren? *Bullet. scientif. de la France et de la Belgique*. 3. sér. 4. ann. 1888. p. 46.

selbständig erhält, was wieder, wie BOUVIER sehr hübsch aus einander gesetzt hat, in der ungleich häufigeren Ausbildung der Zygoneurie rechterseits seinen Grund hat. Das Endresultat ist natürlich äußerste Verkürzung der vorderen Schleife der Visceralkommissur. In wie weit diese Differenzirung mit der Ausbildung der Dialyneurie zur Zygoneurie zusammenhängt, und eigentlich nur eine Fortsetzung desselben phylogenetischen Entwicklungsprocesses darstellt, darüber ist wieder die Arbeit von BOUVIER zu vergleichen (l. c. p. 358 sqq., p. 387), dessen Ausführungen ich auf Grund eigener Untersuchungen mich vollständig anschließen kann.

Göttingen, im September 1888.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI und VII.

Fig. 1. Die Pedalganglien und das Fußnervensystem einer großen männlichen Harpa ventricosa Lam. präparirt, in doppelter natürlicher Größe.

prp, das Propodium;

hls, die halsartige Einschnürung, welche das Propodium von dem hinteren Theil des Fußes trennt;

p, Penis;

pdg, die Pedalganglien;

prn, die vier für das Propodium bestimmten Nervenstämme;

pdn, die gewöhnlichen Fußnerven.

Fig. 2. Die Pedalganglien und das Fußnervensystem einer Oliva maura präparirt in doppelter natürlicher Größe.

prp, das Propodium;

gpd, die Pedalganglien;

npr, die zum Propodium tretenden Nervenstämme;

npd, gewöhnliche Fußnerven.

Fig. 3. Die Pedalganglien und das Fußnervensystem von Pyrula ficus präparirt. Abbildung etwa das Doppelte der natürlichen Größe.

prp, Propodium;

gpd, Pedalganglien;

npr, der zum Propodium tretende Nerv;

npd, Nerven für den übrigen Theil des Fußes.

Fig. 4. Die Pedalganglien und das Fußnervensystem einer Natica Josephina in doppelter natürlicher Größe.

pr, Propodium;

gpd, Pedalganglien;

npr, die zum Propodium tretenden Nerven;

npd, die Nerven für den übrigen Theil des Fußes.

Fig. 5. Schnitt durch den Vorderrand des Propodiums von Harpa ventricosa

senkrecht zum Rande und zur Fläche der Fußsohle. Schwache Vergrößerung. Der vordere von zwei Lippen begrenzte Spalt des Randes ist quer durchschnitten (*sp*), in die obere Lippe mündet die Lippendrüse (*dr*) ein. Das (Flimmer-) Epithel der Fußsohle ist reichlich mit Becherzellen durchsetzt. Das Gewebe des Fußes zeigt das gewöhnliche Bild sich nach allen Richtungen kreuzender, hier besonders im Querschnitt getroffener Muskelbündel. Von dem Ganglienplexus des Propodiums sind die den fünf letzten Kreisen angehörigen Ganglien (g^I-V) getroffen, das letzte dicht unter dem Epithel liegend, schon etwas in die Unterlippe hineingerückt; g^V hat nur 0,04 mm im Durchmesser. An den Ganglien g^{III} , g^{II} und g^I sind auch die verbindenden Nerven (*n*) von dem Schnitt mit getroffen. Man sieht zugleich an dem Schnitt sehr deutlich, dass die Ebene des Ganglienplexus ungefähr mit der des vorderen Spaltes (*sp*) zusammenfällt.

Fig. 6. Einige Drüsenfollikel aus der Lippendrüse von *Ovula oviformis*, stark vergrößert. Chrms. $\frac{1}{4} \frac{0}{0}$ Alkohol, Alaunkarmin.

Fig. 7. Das Centralnervensystem und die vordere Schleife der Visceralkommissur von *Pteroceras lambis* von der Rückseite, auf das Doppelte vergrößert. Gelb der Ösophagus, roth die Aorta.

- | | | |
|--|---|-------------------|
| <i>g.cb.d</i> , rechtes | } | Cerebralganglion; |
| <i>g.cb.s</i> , linkes | | |
| <i>g.pl.d</i> , rechtes | } | Pleuralganglion; |
| <i>g.pl.s</i> , linkes | | |
| <i>gg.pdd</i> , die verschmolzenen Pedalganglien; | | |
| <i>g.spi</i> , Supraintestinalganglion; | | |
| <i>g.sbi</i> , Subintestinalganglion; | | |
| <i>g.abd</i> , Abdominalganglion (schematisch angedeutet); | | |
| 1, rechter | } | Opticus; |
| 1a, linker | | |
| 2, rechter | } | Tentakelnerv; |
| 2a, linker | | |
| 3, N. acusticus; | | |
| 4, rechte | } | Buccalnerven; |
| 4a, linke | | |
| 5, Nerven zur Haut und Muskulatur der Hals- und Nackengegend; | | |
| 6, Muskelzweig; | | |
| 7, linker Mantelnerv; | | |
| 8, 9, Nerven zum M. columellaris; | | |
| 10, Kommissur zum Subintestinalganglion; | | |
| 11, Connectiv zwischen dem rechten Pleural- und dem Subintestinalganglion; | | |
| 12, von demselben zur seitlichen Leibeswand abtretende Zweige; | | |
| 13, Kommissur zwischen rechtem Pleural- und Supraintestinalganglion; | | |
| 14, Nerv zur Pseudobranchie (»Geruchsorgan«); | | |
| 15, Kiemennerv; | | |
| 16, Visceralkommissur; | | |
| 17, feine Muskeläste; | | |
| 18, rechter Sympathicus; | | |
| 19, rechter Mantelnerv; | | |
| 20, rechtes Pleuropedalconnectiv; | | |
| 21, rechtes Cerebropedalconnectiv; | | |

- 22, linkes Pleuropedalconnectiv;
- 23, linkes Cerebropedalconnectiv;
- 24, Fußnerven;
- 25, Aortennerv;
- 26, vom linken Pleuropedalconnectiv abtretende Äste zur Muskulatur des Fußes.

Fig. 8. Dasselbe Präparat. Die rechten Cerebro- und Pleuropedalconnective sind durchtrennt und die Cerebropleuralganglienmasse sammt dem Darm sehr stark nach links gezogen, um die ventralwärts vom Darm verlaufenden Kommissuren und Connective zu zeigen. Bezeichnung wie in Fig. 7.

Fig. 9 und 10. Zwei schematische Zeichnungen, um die Drehung des Schlundringes und der vorderen Schleife der Visceralkommissur bei Pteroceras zu veranschaulichen. Der Darm (*int*) gelb, die Visceralkommissur schwarz, die Connective mit Doppelkontouren, die Pedalganglien weiß (in Fig. 9 nur punktirt angedeutet), die Cerebral- und Pleuralganglien chagriniert. Alle Bezeichnungen wie in Fig. 7.

Fig. 7.



PTEROCERAS LAMBIS Lam

$\frac{2}{7}$

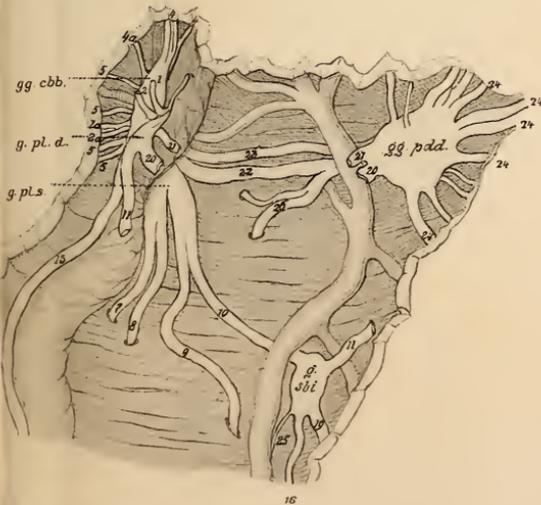


Fig. 8.

PTEROCERAS LAMBIS Lam

2

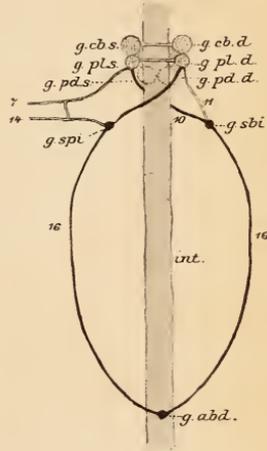


Fig. 9.

TYPISCHE PROSOBRANCHIER

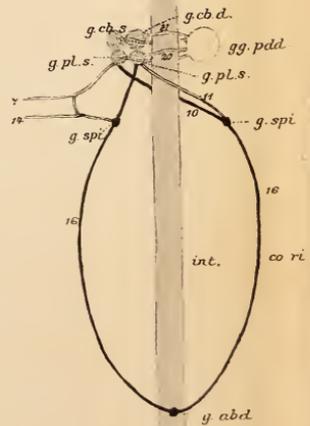


Fig. 10.

STROMBUS & PTEROCERAS
ARTEN.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [48](#)

Autor(en)/Author(s): Brock Johannes Georg

Artikel/Article: [Zur Neurologie der Prosobranchier. 67-83](#)