

Zur Kenntniss des Gehörorgans von *Pterotrachea*.

Von

Bernh. Solger in Greifswald.

Hierzu 1-Tafel¹⁾.

Die Abhandlung von CLAUS (Litt.-Verz. No. 9) über das Gehörorgan von *Pterotrachea* bezeichnet in der dieser Frage gewidmeten Litteratur den Höhepunkt, der mit den vor einigen Jahrzehnten bekannten histologischen Untersuchungsmethoden zu erreichen war. Die Abbildung dieses Sinnesorgans, welcher die Angaben des genannten Forschers zu Grunde liegen, wurde mit Recht von zoologischen und anatomischen Lehrbüchern übernommen, es mag genügen, an dieser Stelle an die bezüglichlichen Werke von R. HERTWIG, BOAS, FLEISCHMANN und RAUBER zu erinnern. An dem wesentlichen Inhalt seiner Darstellung, an der von CLAUS gegebenen Deutung gewisser zelliger Elemente als Sinneszellen, soll auch durch die folgenden Mittheilungen, in welchen über Methylenblau-Versuche berichtet werden soll, nicht gerüttelt werden. Die Ergebnisse dieser Imprägnationen dienen vielmehr zur Ergänzung des von CLAUS beigebrachten Beweismaterials. Seine „Hörzellen“ stehen in der That in unmittelbarem Zusammenhang mit Nerven, nur werden wir diese Elemente im Einklang mit den gegenwärtig gültigen Anschauungen nicht mehr als epitheliale Sinneszellen den Haarzellen der Macula und Crista acustica an die Seite zu stellen haben, sondern sie vielmehr als peripherische Ganglienzellen auffassen müssen.

Den Terminus Otolithenblase habe ich meist vermieden, weil durch diese Bezeichnung ein secundär entstandenes Gebilde allzusehr in den Vordergrund geschoben wird. Ich halte an dem in der Ueberschrift gewählten Ausdruck und damit an der älteren Anschauung, welche in dem vieluntersuchten Gebilde ein Gehörorgan sieht, trotz der Verschiedenheit der Innervation einstweilen noch fest, ohne damit über die neuerdings für diese Kategorie von Sinnesorganen geltend gemachte Deutung als „Gleichgewichtsorganen“ irgendwie präjudiciren zu wollen. Die Entscheidung dieser Frage muß der Physiologie überlassen bleiben.

1) Die Abbildungen wurden, mit Ausnahme von Fig. 8, bei Gelegenheit der Braunschweiger Naturforscherversammlung von mir demonstrirt.

In demselben Laboratorium, in welchem ich arbeitete, nämlich in der Zoologischen Station zu Neapel, hatte schon vor einer Reihe von Jahren (1888) M. JOSEPH (No. 13) die vitale Imprägnirung der Nerven der Heteropoden mittelst Methylenblau hervorgerufen. Diese durchsichtigen Mollusken der pelagischen Fauna des Mittelmeers machen ja, wie man schon von vornherein erwarten konnte, auch bei derartigen Versuchen der von RANKE ihnen zuerkannten Bezeichnung: „Normalobjecte der anatomischen Forschung“ alle Ehre. JOSEPH, dem es bei seinen Untersuchungen auf die Erforschung des Nervensystems und der Nervenendigung im Muskel ankam, benutzte zu seinen Versuchen das chemisch reine Methylenblau, das er von EHRLICH (Berlin) erhalten hatte, in derselben Concentration, die EHRLICH für Frösche und Kaninchen angegeben hatte, nämlich $\frac{1}{4}$ gr Substanz in 100 gr physiologischer Kochsalzlösung. Der Farbstoff wurde den Thieren auf dem Wege der Injection in die Leibeshöhle, manchmal auch direct interstitiell in die Bauchflosse einverleibt. Den Versuchsthieren, verschiedenen Species von *Pterotrachea*, ferner *Carinaria mediterranea*, wurden 1—2, grossen Exemplaren von *Carinaria* sogar 4 PRAVATZ'sche Spritzen der Lösung applicirt, dann folgte Einlegen des ganzen Thieres oder von Theilen desselben (Bauchflosse) in die feuchte Kammer; untersucht wurde nach 6, manchmal sogar nach 12 Stunden. Ein der Hauptsache nach gleiches Verfahren hatte übrigens schon BIEDERMANN (No. 12, S. 23 ff.) bei seinen Untersuchungen über die Nerven der Wirbellosen (Krebse und Insecten) bewährt gefunden. — Ich selbst ging, veranlaßt durch eine Bemerkung GEGENBAUR's (No. 5)¹⁾ in der Regel so vor, daß ich unter Zuhülfenahme einer Lupe dem in einem flachen Gefäß gehaltenen Thiere durch einen raschen Scheerenschnitt die Flosse (propodium) ganz oder theilweise entfernte oder wenigstens einschnitt. Dann wurde das Thier vorsichtig in ein großes, etwa 6—8 Liter fassendes Gefäß mit reinem Seewasser übertragen, dem von einer Methylenblaulösung soviel zugesetzt wurde, bis das Wasser eine tiefblaue Färbung angenommen hatte. Nach 1—4 Stunden wurde das Kopfende mit der Lupe auf den etwaigen Effect der Färbung geprüft und die Partien, auf welche es ankam, entweder sofort mit der Scheere abgetragen, oder das Kopfende erst noch in der feuchten Kammer längere Zeit der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt. — Es sei noch bemerkt, daß ich ziemlich dicke Scheerenschnitte, welche ein imprägnirtes Gehörbläschen enthielten, mit gutem Erfolg nach A. BETHE's Methode (pikrinsaures Ammoniak, dann schwach angesäuerte Lösung von Ammonium-Molybdat) fixirte, um sie in Canadabalsam einbetten zu können.

Spätere Untersucher können vielleicht von einer Bemerkung STEINER's, die ich hier folgen lasse, Nutzen ziehen. STEINER (No. 15) macht darauf aufmerksam, daß *Pterotrachea* und *Carinaria* trotz ihrer anscheinenden Zartheit

1) S. 156, wo GEGENBAUR berichtet, daß die Bindesubstanz der Flosse von „zahlreichen blutführenden Hohlräumen“ durchzogen sei, welche „theils unter sich, theils an der Flossenbasis mit der Leibeshöhle communiciren“.

in mancher Hinsicht doch geradezu resistent genannt werden müßten. Als Beweis für seine Behauptung, für deren Richtigkeit übrigens auch ähnliche Erfahrungen früherer Autoren (KEFERSTEIN) sprechen, macht er geltend, man könne diese Thiere verhältnismäßig lange Zeit außer Wasser untersuchen, ohne daß sie, nachträglich wieder in ihr Element zurückgebracht, von ihrer Beweglichkeit etwas eingebüßt hätten. Besonders widerstandskräftig erweise sich *Pterotrachea*. Er sah Exemplare, welche beim Fange den Rüssel und Kopf verloren hatten, trotzdem umherschwimmen und zwar in beiden Formen der Locomotion, wie normale Thiere sich von der Stelle bewegen. Ich möchte vermuthen, daß Exemplare, welche den vordersten Abschnitt des Körpers verloren haben, oder denen man jenen Körpertheil in einiger Entfernung oberhalb des Dorsalganglions und der Sinnesorgane durch den Schnitt abträgt, zur Methylenblau-Imprägnation dieser Gebilde sich vielleicht noch besser eignen möchten, als solche, denen man die Bauchflosse abgeschnitten hatte. Beiläufig sei erwähnt, daß derartig verstümmelte Exemplare von *Pterotrachea* und *Carinaria*, deren Abbildungen man in der älteren Litteratur mehrfach begegnet, in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts zeitweilig für neue Heteropoden-Genera gehalten wurden (KEFERSTEIN).

Was ich nun bei meinen anatomischen Untersuchungen Neues und der Mittheilung Werthes gefunden habe, ist auf der beigegebenen Tafel dargestellt, zu deren Erklärung ich mich sofort wende. Ich bemerke im Voraus, daß sämtliche 8 Figuren sich auf *Pterotrachea mutica* beziehen, und daß sie alle, mit Ausnahme von Fig. 8, frische Methylenblau-Präparate darstellen. Die Verwerthung der hierher gehörigen Litteraturangaben wird an passender Stelle eingeflochten werden.

Figur 1, mit deren Erklärung ich beginne, stellt das Gehirn, den Gehörnerv und das Gehörorgan des genannten Heteropoden dar. Die Abbildung ist, da die Imprägnation eines und desselben Objectes nie so vollständig gelang, aus mehreren Präparaten combinirt. Am Gehirn fällt sofort die fast streng symmetrische Anordnung der oberflächlich gelegenen Ganglienzellengruppen auf, man kann bei dieser Ansicht — es ist hier die dorsale Fläche dargestellt — besonders deutlich vordere (in der Abbildung obere) und seitliche Nervenzellgruppen unterscheiden. Bei der Betrachtung der ventralen Fläche des Gehirns kamen ebenso zahlreiche, gleichfalls symmetrisch in Gruppen stehende, aber anders angeordnete Ganglienzellen zum Vorschein. Erinnt man sich des bekannten electiven Verhaltens des Farbstoffs den Nervenzellen gegenüber, so wird man auch hier vermuthen dürfen, daß nur ein Theil derselben hervorgehoben worden ist. Bemerkenswerth ist ferner die gleichfalls symmetrisch auftretende Differenzirung in blau tingirte Zellen und solche welche eine Metachromasie des aufgespeicherten Farbstoffs herbeigeführt haben. Etwa der dritte Theil der überhaupt hervorgehobenen Nervenzellen erscheint in dieser röthlichen Verfärbung.

Die Untersuchung einer jener Gruppen mit mittelstarker Vergrößerung (z. B. SEIBERT, Obj.-Syst. 5) ergab für die metachromatisch verfärbten Elemente einen blaß-röthlich erscheinenden Zellkörper, der von violetten Granulis durchsetzt war, wie die Fig. 2, freilich nur in gleichmäßig schwarzem Farbenton, erkennen läßt. Die hier dargestellte Gruppe ist die in Fig. 1 oben links von der Mittellinie gelegene.

Schnitte durch das in Paraffin eingebettete Material (z. B. in Osmium fixirt) ergaben, daß hier die Anordnung der Ganglienzellen dieselbe ist, wie sie für die Nervenknotten der Mollusken überhaupt im Ganzen als Regel¹⁾ angesehen werden kann: Sie liegen auch hier in der peripheren Zone der Nervenknotten und umgeben wie eine nur von den durchtretenden Nervenstämmchen unterbrochene Mantelschicht die central gelegenen Fasermassen.

Litteratur. LEUCKART (No. 4) läßt der Beschreibung der Form und der Gliederung, die das obere Schlundganglion von *Pterotrachea* (*Firola*) darbietet, einige Bemerkungen über das mikroskopische Verhalten der Nervenelemente folgen. Die Ganglienkugeln, die sich ziemlich leicht isoliren lassen, messen $\frac{1}{50}$ ''' , sind häufig mit Ausläufern versehen und besitzen entweder eine keulenförmige oder sternförmige Gestalt. Auch GEGENBAUR (No. 5) giebt eine Schilderung der gröberen Formverhältnisse des Ganglion pharyngeum superius von *Pterotrachea*, auf die, wie auf die von LEUCKART herrührende, ich hiermit verweise, und macht bezüglich des histologischen Verhaltens der Ganglienzellen folgende Angaben: Sie sind ohne besondere Färbung und schließen eine feinkörnige Substanz ein, die bei den gestielten Formen noch eine Strecke weit auf den Stiel sich fortsetzt, um dann unmerklich in eine homogene, helle Substanz überzugehen, welche „ganz mit jener der peripherischen Nerven gleiche Beschaffenheit zeigt“. Auch er bekundet, die Nervenzellen ließen sich, besonders nach Behandlung mit einer schwachen Chromsäurelösung, leicht isoliren. Später unterscheidet OWSJANNIKOFF (Bull. Ac. Imp. St.-Petersbourg, B. XV., S. 525—527) bei *Thetis*, wie auch bei anderen Mollusken zwei Formen von Ganglienzellen, nämlich einmal sehr große, der Peripherie der Ganglienknoten angehörige Zellen und zweitens kleinere, die weiter nach innen liegen. HALLER (Morphol. Jahrb., B. XI., S. 321 ff.) vermehrt für marine Rhipidoglossen die Zahl der Kategorien von Ganglienzellen noch um eine dritte. Diese Formen von Nervenzellen werden von ihm folgendermaßen charakterisirt: 1. Dreieckzellen mit meist drei Fortsätzen, 2. kleine unipolare Zellen, 3. Zellen von meist rundlicher Form (selten bipolar), deren Größe zwischen 0,04—0,2 mm schwankt. Auf Grund ausgedehnter, an Gastropoden, wie an Lamellibranchiaten angestellten Untersuchungen hebt VIGNAL (Comptes rend., T. 94, S. 249—251, ausführlicher in Arch. Zool. expérim., 2. Sér. B. I) nochmals hervor, daß die Nervenzellen in den Ganglien

¹⁾ Vergl. VIGNAL (s. u.), ferner BRONN's Klassen und Ordnungen d. Thierr., B. III, S. 176, S. 177, S. 402.

peripherisch liegen und erklärt die Mehrzahl für unipolar; bipolare und multipolare Zellen seien selten, namentlich bei Gastropoden. Ferner sind bei anderen Mollusken (*Dentalium*) in den Cerebralganglien zwei verschiedene Formen von Ganglienzellen gesehen worden, die durch ihre Größe von einander abweichen und daher als große und kleine Nervenzellen unterschieden werden (s. BRONN'S Klassen und Ordn. d. Thierr., B. III, Abth. I, S. 403). Viel wichtiger als die Größenverhältnisse müssen nach dem gegenwärtigen Stande der Neurologie andere Kriterien erscheinen: das Verhalten des Achsencylinders und der Dendriten, wie es durch die Anwendung des GOLGI'schen Verfahrens erkannt wird, und sodann das Vorkommen oder das Fehlen färbbarer Granula im Zellkörper. Nur bezüglich des letzten Punktes vermochte ich für *Pterotrachea* durch die eben mitgetheilten Beobachtungen einen kleinen Beitrag zu liefern. Hinsichtlich ihres Verhaltens dem Methylenblau gegenüber lassen sich die Ganglienzellen von *Pterotrachea* gleichfalls in zwei Gruppen bringen, und es wäre immerhin möglich, daß sie mit den bei *Dentalium* unterschiedenen zusammenfallen, zumal die metachromatisch verfärbten Elemente an Größe etwas hinter den blau tingierten Zellen zurückstehen.

Zu Fig. 1 ist noch einiges auf den Gehörnerven und das Gehörorgan Bezügliche nachzutragen (s. die linke Hälfte der Figur). Es sei hier nochmals daran erinnert, daß der Abschnitt der Abbildung, der sich auf das Gehörorgan bezieht, das Ergebnis der Combination mehrerer gesonderter Beobachtungen ist.

Das Gehörorgan¹⁾ hängt an den Gehörnerven, der hinter dem großen Nervenstrang, dem Opticus, sich abzweigt, wie eine kugelige Frucht an ihrem Stiele. An dem Sinnesorgan erscheint die Hauptmasse der Sinneszellen, welche an dem der Eintrittsstelle des Nerven entgegengesetzten Pole in Form eines Kranzes angeordnet sind, als ein Kranz kolbiger Gebilde durch intensive Färbung hervorgehoben. Die Kolben wenden ihr angeschwollenes Ende demjenigen Pole zu, der dem Gehirn abgekehrt ist, dem freien Pole also (mit welchem eine andere isolirt liegende Sinneszelle, die sog. „Centralzelle“ zusammenfällt), während ihr schlankeres, zugespitztes Ende nach dem Nervenpole, wie man die der Nerveneintrittsstelle entsprechende Wölbung füglich nennen kann, sich hinrichtet. Ein Unterschied in der Methylenblau-Wirkung besteht in diesem Falle insofern, als die peripheren oder Meridional-Sinneszellen wohl durch postmortale Inhibition den Farbstoff viel reichlicher aufgespeichert haben, als die Centralzelle, an der nur die Granula oder gewisse Granula damit beladen erscheinen.

In Figur 1 trennt ein anscheinend leerer, ringförmiger Raum die Centralzelle von den meridionalen Sinneszellen oder den Kranz-Sinneszellen, wie sie

¹⁾ Der Abhandlung von GEGENBAUR (No. 5, S. 167) entnehme ich folgende Maße: Bei *Pterotrachea coronata* mißt die Gehörblase 0,20^{'''}, der Otolith 0,1^{'''}, die Epithelzellen (damit sind wohl die Zellen mit Wimperbüscheln gemeint) 0,007—0,008^{'''}.

auch genannt wurden. Nach den spitzen Enden dieser meridionalen Sinneszellen sieht man, Meridianen gleich, die Nervenfasern ziehen, die bei der zur Untersuchung dienenden schwachen Vergrößerung als varicöse Fäden erscheinen. Zwischen den Nervenfasern erkennt man hellblaue Körnchenhaufen, welche einen ziemlich genau central gelegenen Fleck, der offenbar dem Kern entspricht, frei lassen. Diese blauen Flecke markiren die sog. „Wimperzellen“. Auch der Otolith ist sichtbar. Daß er sich zeitweilig langsam um seinen eigenen Mittelpunkt drehte, war noch an Methylenblaupräparaten mehrfach zu beobachten.

In Fig. 3 ist eine Sinneszelle (Hörzelle) nach Methylenblau-Imprägnirung bei starker Vergrößerung (SEIBERT, Oel-Immersion) dargestellt. Der Zellkörper zeigt sich von feinen, mit dem Farbstoff beladenen Granulis durchsetzt, der Kern ist ganz frei von solchen Körnchen, nur die beiden Nucleolen sind imprägnirt, die Zelle war also doch schon im Begriff abzusterben.

Um nun die Beziehungen dieser Sinneszellen zu den Nerven recht würdigen zu können, empfiehlt es sich zuerst das Aussehen der Nerven in größerer Entfernung von ihrer Endigung, bezw. ihrem Ursprung zu studiren. Fig. 7, bei Anwendung einer Oel-Immersion aufgenommen, zeigt Granulahaufen, die den Wimperzellen entsprechen, aber ohne helles Kernfeld in ihrem mittleren Theile, vermuthlich, weil hier der Farbstoff nur die Basen der Wimperhaare oder ihre nächste Umgebung imprägnirt hatte. Von den Wimperzellen wird später nochmals die Rede sein. Eingerahmt sind diese Granulahaufen links und rechts von je einem Segment eines Nervenstämmchens.

Was nun das Verhalten der Nerven im Einzelnen anlangt, so sehen wir kürzere oder längere blaue Fäden, die nach Allem, was wir über Methylenblau-Wirkung wissen, Nervenfibrillen entsprechen, und außerdem größere und kleinere, theilweise metachromatisch verfärbte Granula. Die Granula liegen nun zum Theil ganz unzweifelhaft zwischen den Nervenfibrillen (in der rechten Hälfte der Figur), zum Theil scheinen sie in den Verlauf der Fibrillen zu fallen. Allein es ist durchaus nicht ausgeschlossen, daß sie auch in diesem Falle zwischen Fibrillen liegen, welche entweder unter ihnen oder über ihnen ihren Weg fortsetzen. Auch die Ergebnisse anderer Untersuchungen, bei denen theilweise andere Methoden zur Verwendung kamen, sprechen dafür, daß die Granula zwischen den Nervenfibrillen ihre Lage haben.

Fig. 4 zeigt dann einige der meridionalen Sinnes-Nervenzellen sammt den von ihnen ausgehenden Neuriten bei mittlerer Vergrößerung.

Litteratur-Angaben. Wie schon oben bemerkt, war es JOSEPH bei seinen Untersuchungen um die Erforschung des Nervensystems und der Nervenendigung im Muskel zu thun. Bei der von ihm geübten Methode nahmen die Nerven der Heteropoden eine tief blaue Färbung an. An solchen tingirten Nervenfasern constatirte er einen helleren Mantel, dem von Strecke zu Strecke dunkelblaue Kerne eingelagert waren, und welcher, wie schon PANETH (No. 11) auf Grund anders behandelter Präparate vermuthet hatte,

dem Neurilemm entspricht. Von solchen Kernen habe ich an meinen Methylenblau-Präparaten nichts wahrgenommen, ich bemerke ausdrücklich, daß ich weit davon entfernt bin, ihr Vorhandensein damit bestreiten zu wollen.

PANETH's Untersuchungen fallen in die Zeit vor der Verwendung des Methylenblaus als histologischen Reagens'. Er studirte das Nervensystem der Heteropoden mit Hülfe von Osmium und Gold und fand die Angabe GEGENBAUR's (No. 5), daß den größeren Nervenstämmen ein deutlich fibrillärer Bau zukomme, und daß zwischen den einzelnen Fibrillen eine gekörnte Substanz sich finde, bestätigt. Dieser Darstellung stimmt auch JOSEPH bei. — Auch die weiteren Angaben GEGENBAUR's und PANETH's, nach welchen die ganz peripher gelegenen Nerven zwar homogen sind, aber theilweise, besonders bei ihrem Eintritt in die Muskeln, wieder die fibrilläre Structur deutlich erkennen lassen, konnten von JOSEPH bestätigt werden. Was nun die Angaben der späteren Autoren, die nach EHRLICH's Vorgang sich der Methylenblau-Methode bedienten, anlangt, so legt JOSEPH der zeitlichen Differenz in dem Auftreten der Reaction große Bedeutung bei. Thatsache ist, daß von den verschiedenen Forschern (EHRLICH und ARONSON, MAY, BIEDERMANN, JOSEPH) bei den verschiedenen Thiergruppen (Säugethieren, Krebsen, Insekten, Mollusken) eine „vollkommene“ oder „distincte“ Färbung gewisser Nerven zu erheblich abweichender Zeit und bei Anwendung bald schwacher, bald starker, bald concentrirter Lösungen des Farbstoffs erzielt wurde. Wenn nun JOSEPH daraufhin die Vermuthung ausspricht, es möchten diesem ungleichen Verhalten „chemische Verschiedenheiten der nervösen Substanz“ bei den einzelnen Abtheilungen der Thiere zu Grunde liegen, so scheint mir dieser Ausspruch nicht hinreichend begründet zu sein. Die Thatsache, daß „keine gesetzmäßige Gleichmäßigkeit in dem Verhalten der Nerven verschiedener Thiergattungen diesem Farbstoffe gegenüber“ besteht, läßt sich ebenso gut durch Momente erklären, welche mit der Chemie des Nervengewebes nichts zu thun haben, man kann an Differenzen in der Schnelligkeit der Resorption denken, an Unterschiede in dem Sauerstoffgehalt der Gewebe, welche der Farbstoff zu passiren hatte, ehe er zu den Nerven gelangte u. dergl. mehr.

Varicositäten im Verlaufe der Nerven, von denen ich in meinen Präparaten nichts bemerkte, hält ARNSTEIN (Anat. Anz. Bd. X, No. 5 u. 7) für präformirt, während BIEDERMANN der Meinung ist, das Varicöswerden gebläuter Nerven sei immer wenigstens als ein Zeichen beginnenden Absterbens aufzufassen. JOSEPH schließt sich dieser Anschauung an, und auch ich möchte ihr beipflichten.

Wenden wir uns nun wieder zur Betrachtung unserer Abbildungen zurück. Fig. 4 zeigt mehrere Sinnes-Nervenzellen aus der Gruppe der Meridionalzellen in, wie es scheint, ununterbrochenem Zusammenhange mit Nerven, bei stärkerer Vergrößerung (Oel-Immersion). An zweien dieser Sinneszellen ist nur das schmale Endstück durch den Farbstoff hervorgehoben. Die Nervenfibrillen erscheinen hier als je eine Reihe von kürzeren oder längeren blauen Strichelchen,

die durch gleichfalls blau imprägnirte feinste Granula mit einander verbunden sind. Daneben finden sich, gleichfalls reihenweise angeordnet, Gruppen von kugeligen oder ellipsoidischen Körnern oder Tropfen, deren Durchmesser die minimale Dicke der blauen Fäden bei weitem übertrifft und die häufig die Erscheinung der Metachromasie nach einem mehr oder weniger ausgesprochenen Violett erkennen lassen.

Da somit das Bestehen der engsten Beziehungen der Nerven zu den meridionalen Sinnes-Nervenzellen nicht zu bezweifeln ist, da sie direct in Neuriten sich fortzusetzen scheinen, sind sie mit der größten Wahrscheinlichkeit als peripherische Ganglienzellen aufzufassen, und den von v. LENHOSSÉK in der Epidermis von *Lumbricus* nachgewiesenen zelligen Elementen, deren Stammfortsatz zu einer sensiblen, in das Bauchmark einstrahlenden Nervenfaser wird, und ebenso den früher als Riechzellen bezeichneten Elementen der Wirbelthiere an die Seite zu stellen. Da die soeben aufgeführten Zellen zeitlebens im Niveau des Ectoderms verharren, so nehmen sie eine noch tiefere Entwicklungsstufe ein als die Sinnes-Nervenzellen des Gehörorgans der Heteropoden. Für eine Reihe von Lamellibranchiaten und Gastropoden ist der Nachweis geliefert worden, daß die epitheliale Auskleidung der „Otolithenblasen“ als eine Einstülpung des Ectoderms entsteht, die sich nachträglich von ihrem Mutterboden abschnürt. Für die Heteropoden ist zwar der directe Nachweis, daß auch hier die Entwicklung ebenso vor sich gehe, noch nicht erbracht worden, allein es ist kein Grund vorhanden, anzunehmen, daß der Vorgang hier wesentlich ein anderer sein werde, als bei den nächsten Verwandten.

Wie nun in diesem Präparat bei gleich hoher Einstellung die Centralzelle (Polzelle) und die im Kreise sie umgebenden übrigen meridionalen Sinnes-Nervenzellen das gleiche Methylenblau-Bild gaben und durch den Mangel des hell gebliebenen Kernfeldes von den Stützzellen sich unterschieden, so nehmen erstere auch durch die Einwirkung der Osmiumsäure dasselbe Aussehen an; sie bräunen sich, wie aus der Fig. 8 hervorgehen wird, in Osmium ziemlich intensiv, während die Stützzellen, die den Hof um die Polzelle einnehmen, hell bleiben.

Es erübrigt noch, die beiden Figuren 5 und 6 zu erläutern. — Fig. 5 zeigt die Köpfe der Zellrosette, welche durch die der Centralzelle zunächst gelegenen Sinnes-Nervenzellen gebildet wird und bei gleicher Ansicht von der Fläche den Kopf der Central- oder Polzelle selbst, umgeben von vier Zellen mit hellem Kernfeld. Dies sind die Isolationszellen, wie CLAUS (No. 9) sie nannte, RANKE's Außenzellen.

In Fig. 6 sind Wimperzellen bei mittelstarker Vergrößerung dargestellt (SEIBERT, Object.-Syst. V.); das helle Centrum in der Granula-Gruppe, das hier weniger ausgedehnt erscheint, weil der Beobachter die Zellen halb von

der Seite sieht, entspricht dem Kern. Zwischen den Zellen zeigen sich einzelne blaue Punkte von unbekannter Bedeutung.

Litteratur-Angaben. — In seiner im 3. Bande der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie veröffentlichten Arbeit bemerkt LEYDIG (No. 3), daß das Gehörorgan von *Carinaria* zwar schon öfter beschrieben und abgebildet worden sei, allein den feineren Bau desselben habe man dabei unberücksichtigt gelassen. Er beschreibt von *Carinaria* und *Firola* (*Pterotrachea* Forsk.) das Epithel der Gehörblase und unterscheidet in ihm zweierlei Zellen, solche, welche Wimperbüschel tragen (10—15 Haare), und solche, welche deren entbehren. Der Nerv löst sich nach seinem Eintritt „feinpulverig“ auf.

Die späteren Autoren LEUCKART, GEGENBAUR, KEFERSTEIN vermögen, wie BOLL bemerkt, den von LEYDIG gewonnenen Resultaten nichts Wesentliches hinzuzufügen. BOLL (No. 7) selbst empfiehlt als Untersuchungsmethoden 1. Ueberosmiumsäure in 1procentiger Lösung, Einwirkung von 2 Stunden an, 2. Kali bichromicum, gleichfalls in 1procentiger Lösung, Einwirkung 24 Stunden. Er läßt, worin er aber irrte, die Polsterzellen oder Wimperzellen mit je einer glänzenden feinen Nervenfasern in Verbindung stehen (Fig. 48) und bezeichnet sie, der Gestalt des Zellkörpers halber als sternförmige Nervenzellen. Er gelangt aber wesentlich weiter als seine Vorgänger durch den bedeutungsvollen Fund einer der Nerveneintrittsstelle gegenüberliegenden Anhäufung von Cylinderzellen, die er mit der Crista oder Macula acustica der Wirbelthiere vergleicht. An einzelnen dieser Cylinderzellen glaubt BOLL „größere steife Haare“ (l. c. S. 82) wahrgenommen zu haben. In dieser Zellgruppe sieht er eine zweite, „neben der ersterwähnten in den Polsterzellen vorhandene Art der Nervenendigung“.

RANKE (No. 8), der sich bald darauf mit dieser Frage beschäftigte, erkennt richtig, daß die Cilienbüschel, die wohl gleichbedeutend mit BOLL's Polsterzellen sind, nicht die acustischen Endapparate des *Pterotrachea*-Ohres sind, trifft aber in der Schilderung des dem Nerveneintritt gegenüber liegenden Zellcomplexes nur zum Theil das Richtige. Er unterscheidet hier 5 mit stark lichtbrechenden Stiften („Hörstäben“) ausgestattete Hörzellen, eine Mittelzelle und 4 etwas kleinere Außenzellen („CORTI'sches Organ“). Diese 5 Hörzellen seien umgeben von einem mehrfachen Zellenring, dem Ring-Ganglion. In diese Zellen treten die acustischen Nervenfasern hinein.

Von dem Ringganglion weg verlaufen dann noch „zahlreiche Nerven-fibrillen zu der Basis der Mittelzelle, in welche dieselben, um die Hörstäbe der Mittelzelle als ihr Endorgan zu erreichen, eintreten“.

CLAUS (No. 9) macht darauf aufmerksam, daß HASSE in seinen „Anatomischen Studien“ (1873) mit Recht den Polsterzellen, trotz des von BOLL vermeintlich geführten Nachweises an sie herantretender Nerven-fibrillen, die Bedeutung von Sinneszellen abspreche und als solche nur die von BOLL entdeckten Cylinderzellen der Macula acustica, und zwar gerade wegen der Unbeweglichkeit der Haare, anerkenne. CLAUS findet nun zunächst den distalen Pol der

Gehörblase gekennzeichnet durch den Besitz einer großen, fein punktierten Scheibe, die in einem hellen Hofe zu liegen scheint (l. c., Fig. 2 u. 3 c). Dieser helle Hof wird wieder umgeben von einer breiten Zone concentrisch gelagerter runder Pünktchenhaufen, welche um so kleiner werden, je weiter sie sich von dem hellen Hof entfernen. Die Pünktchenhaufen bezeichnen den Ursprung von feinen, unbeweglichen Haaren, die Härchenzellen sind Hörzellen, und in dieselbe Kategorie gehört auch die große Centralzelle. Was RANKE als Mittelplatte beschreibt, ist der von den vier Stütz- oder Isolierzellen gebildete Wall um die Centralzelle. Die vier von RANKE beschriebenen und abgebildeten Außenzellen existiren als Stäbchen tragende Hörzellen nicht, „was als solche beschrieben worden ist, erklärt sich aus einer Confundirung peripherischer Theile der Stützzellen mit Härchengruppen benachbarter Hörzellenkreise. „Dagegen“, fährt CLAUS fort, „sind die als Ringganglion gedeuteten Zellenkreise nichts anderes als die von mir beschriebenen haartragenden Hörzellen, deren Zahl sich bei den größeren Arten mindestens auf 70—80 erhebt“ (l. c. S. 116).

In einer Replik auf diese von CLAUS erhobene Kritik seiner Darstellung sucht zwar RANKE (No. 10) wahrscheinlich zu machen, daß CLAUS sein Ringganglion gar nicht bemerkt habe, ich muß mich aber nach meinen Erfahrungen durchaus auf die Seite des Wiener Zoologen stellen. Es bleiben somit als Sinnes-Nervenzellen bestehen, einmal die Mittelzelle, für welche ich den Namen Polzelle vorschlagen möchte, weil sie am distalen Pole der Otolithenblase sich findet, und weiterhin 70—80 haartragende Hörzellen, für welche sich, weil ihre Längsaxe mit den Meridiankreisen zusammenfällt, vielleicht die Bezeichnung meridionale Sinnes-Nervenzellen eignen dürfte.

Von hohem Interesse ist endlich der Fund, den M. v. LENHOSSEK (No. 14) an *Lumbricus* machte. Der genannte Autor untersuchte mit Hülfe der GOLGI'schen Methode die Haut des Regenwurms, und dabei ergab sich, daß „die sensiblen Nervenzellen, d. h. die Elemente, die, den Spinalganglienzellen der Wirbelthiere entsprechend, den sensiblen peripherischen Fasern zum Ursprung dienen, bei dem Regenwurm weder im Marke, noch in besonderen Ganglien zu suchen sind, sondern daß sie in die Haut verlegt sind“. Die sensiblen Fasern entspringen also im Integument und streben nach dem Centralorgan hin. Der Verfasser ist vollkommen im Rechte, wenn er die von ihm nachgewiesenen cutanen Nervenzellen den sog. Riechzellen der Wirbelthiere an die Seite stellt, dagegen ist es gegenwärtig nicht mehr gestattet, auch auf die Geschmackzellen und die Sinneszellen des Gehörorgans der Vertebraten zu verweisen. Nach den späteren Untersuchungen von RETZIUS ist die Endigung der Nerven in den Geschmacksknospen vielmehr eine intercelluläre, freie. Auch die Nervenfasern des Nervus vestibuli endigen in den Maculae und Cristae acusticae nicht endo-, sondern pericellulär (RETZIUS), und dasselbe gilt auch für die Fasern des Nervus cochleae im Bereich der Haarzellen des CORRI'schen Organs.

Greifswald, im März 1899. 10

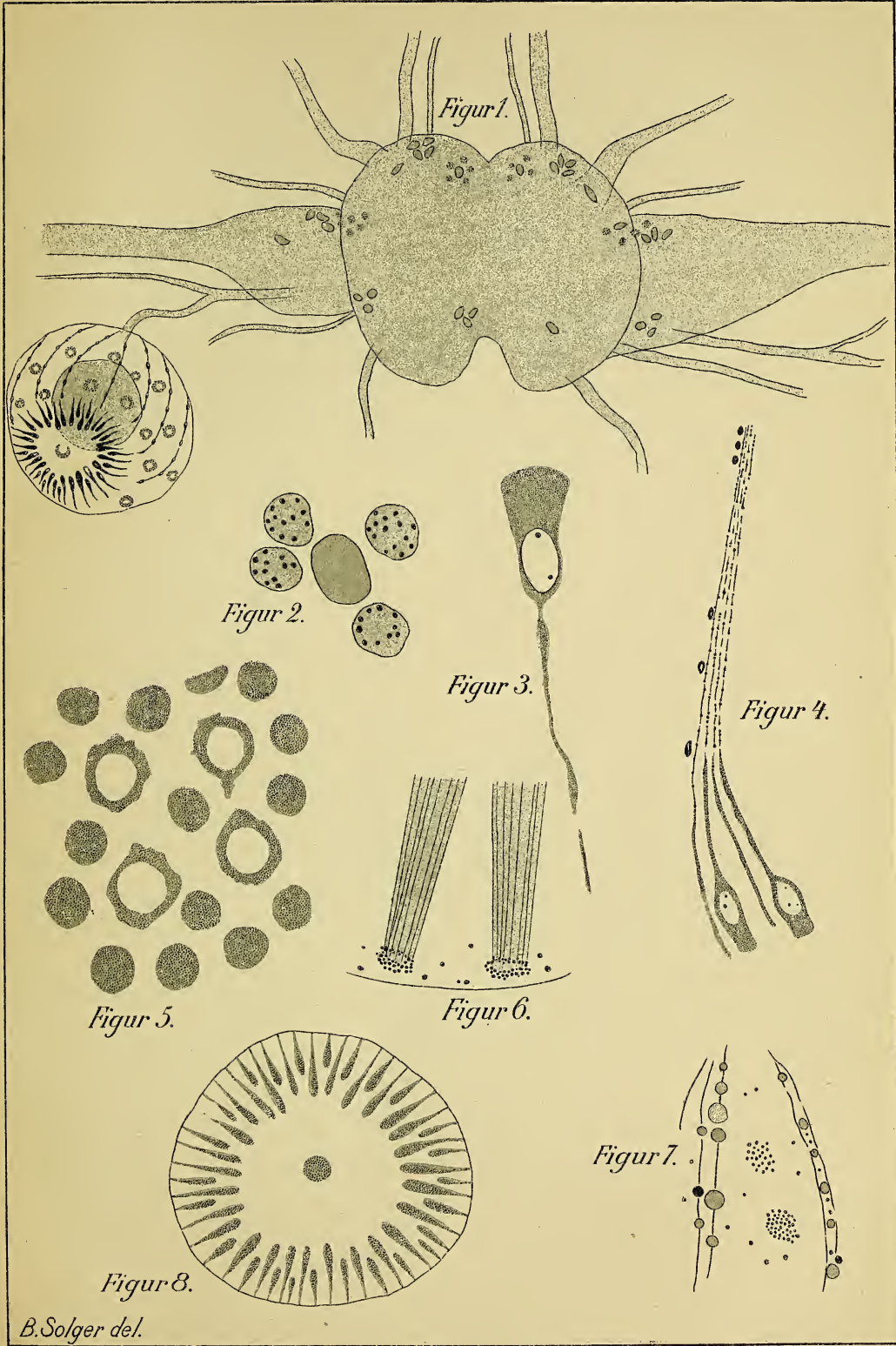
Litteratur-Uebersicht.

- No. 1. v. SIEBOLD, C. Th. Ueber das Gehörorgan der Mollusken. WIEGMANN's Archiv für Naturgeschichte, Jahrg. 7, B. 1 (1841), S. 148—168, 1. Taf.
- No. 2. LEYDIG, F. Ueber *Paludina vivipara*. Z. f. wiss. Zool., B. 2, S. 155 ff.
- No. 3. Derselbe. Anatomische Bemerkungen über *Carinaria*, *Firola* und *Amphicora*. Z. f. wiss. Zool., B. 3, S. 325—332, Taf. IX, Fig. 4—7.
- No. 4. LEUCKART, R. Zoologische Untersuchungen. Heft 3, 1854.
- No. 5. GEGENBAUR, C. Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden. Leipzig, 1855.
- No. 6. KEFERSTEIN. Kielfüßer, *Heteropoda*. BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreichs, B. 3, Abth. 2, 1862—1866.
- No. 7. BOLL, Fr. Beiträge zur vergleichenden Histologie des Molluskentypus. Arch. f. mikr. Anat., B. 5, Supplement, S. 76—83, 1869.
- No. 8. RANKE, J. Der Gehörvorgang und das Gehörorgan bei *Pterotrachea*. Z. f. wiss. Zool., B. 25, Suppl.-Heft, S. 77—102, 1 Taf.
- No. 9. CLAUS, C. Das Gehörorgan der Heteropoden. Arch. f. mikr. Anat., B. 12, S. 103 bis 118, 1 Taf.
- No. 10. RANKE, J. Das acustische Organ im Ohre der *Pterotrachea*. Arch. f. mikr. Anat., B. 12, S. 565—569.
- No. 11. PANETH, J. Beiträge zur Histologie der Pteropoden und Heteropoden. Arch. f. mikr. Anat., B. 24, S. 230—288, 3 Taf.
- No. 12. BIEDERMANN, W. Zur Kenntniß der Nerven und Nervenendigungen in den quergestreiften Muskeln der Wirbellosen. Sitzungsber. Kais. Acad. Wissensch. Wien, 3. Abth., Juniheft, 1887. 32 S., 2 Taf.
- No. 13. JOSEPH, M. Die vitale Methylenblau-Nervenfärbungsmethode bei Heteropoden. Anat. Anz., Jahrgang 3, S. 420—424.
- No. 14. v. LENHOSSEK, M. Ursprung, Verlauf und Endigung der sensiblen Nervenfasern bei *Lumbrius*. Arch. f. mikr. Anat., B. 39, S. 102—136, 1 Taf.
- No. 15. STEINER, J. Die Funktionen des centralen Nervensystems, 3. Abtheilung. Die wirbellosen Thiere. Braunschweig, 1898.

Erklärung der Abbildungen.

Sämtliche 8 Figuren beziehen sich auf *Pterotrachea mutica*, die 7 ersten sind nach frischen Methylenblau-Präparaten gezeichnet, Fig. 8 nach Einwirkung von Osmium (Schnitt aus Paraffin-Material).

- Fig. 1. Oberes Schlundganglion von der dorsalen Fläche gesehen, linker Gehörnerv sammt daran hängendem Gehörorgan. Polzelle und meridionale Sinnes-Nervenzellen sammt den von ihnen ausgehenden Nervenfäden durch Methylenblau hervorgehoben.
- Fig. 2. Die obere linke Gruppe von Ganglienzellen bei mittelstarker Vergrößerung.
- Fig. 3. Eine meridionale Sinnes-Nervenzelle bei starker Vergrößerung (SEIBERT, Oel-Immersion).
- Fig. 4. Einige dieser meridionalen Sinnes-Nervenzellen sammt den von ihnen ausgehenden Neuriten bei mittelstarker Vergrößerung.
- Fig. 5. Flächenansicht der Polzelle und ihrer Umgebung (4 Isolationszellen und der benachbarte Kreis der Meridionalzellen).
- Fig. 6. Indifferente Wimperzellen halb von der Seite.
- Fig. 7. Ein Segment der in meridionaler Richtung verlaufenden Wurzelfäden des N. acusticus, dazwischen 2 Wimperzellen.
- Fig. 8. Sinnes-Nervenzellen (Polzelle und meridionale Sinneszellen) nach Einwirkung von Osmiumsäure, Paraffin-Schnitt.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften der Naturforschenden Gesellschaft Danzig](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [NF_10_1](#)

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

Artikel/Article: [Zur Kenntniss des Gehörorgans von Pterotrachea. 65-76](#)