

Die Gehörorgane der Arenicolen.

Von

E. Ehlers (Göttingen).

Mit Tafel XI—XIV.

Von den Sinnesorganen der Würmer, und insbesondere der Borstenwürmer, sind jene am wenigsten bekannt, denen man die Vermittlung einer Schall- und Tonempfindung zuschreiben möchte. Ihr Vorkommen ist nach dem, was wir bis jetzt darüber wissen, im Allgemeinen selten, bei den Borstenwürmern nur in wenigen Gattungen nachgewiesen; ihre Bildung scheinbar mannigfaltig.

Die folgenden Blätter bringen die Schilderungen von Organen, die in hergebrachter Weise als Gehörorgane bezeichnet werden, aus dem Körper verschiedener Telethusen-Arten, welche hier in der Gattung *Arenicola* vereinigt bleiben mögen, wenn der sondernde Systematiker diese auch mit Recht in kleinere Gattungen zerlegen möchte; und es schließen sich daran Mittheilungen an über Organe, welche morphologisch in den Kreis dieser Gehörorgane zu stellen sind.

Die Untersuchungen sind von der *Arenicola marina* (L.) ausgegangen und an lebenden oder lebensfrischen Thieren längere Zeit hindurch auf Helgoland angestellt. Sie wurden an Material, das in ungleichster Weise konservirt war, mit den Hilfsmitteln der modernen Technik im zoologisch-zootomischen Institut in Göttingen weitergeführt. Denn unentbehrlich war es, besonders die Schnittmethoden auf das kleine und versteckt liegende Organ in Anwendung zu bringen, wo die Untersuchung der frischen Körpertheile sich bald als unzulänglich ergab. Für einzelne Fälle erwies sich das Macerationsverfahren besonders günstig. Wo es nöthig ist, werde ich über die mit Erfolg verwendeten Methoden an seinem Orte berichten.

Ich erachte meine Untersuchungen an diesem Thiere für nicht abgeschlossen; ich hatte gehofft, das Gehörorgan auch in seiner Entwick-

lung kennen zu lernen. Woran dies gescheitert ist, davon ist weiterhin die Rede.

Was die Untersuchungen in Folge dessen an tiefer eindringendem Verständnis fehlen lassen, möchte ich durch breiter ausgedehnte Erkenntnis decken. Das veranlasste mich, neben der *Arenicola marina* (L.) andere Arten dieser Gattung, und zwar *Ar. Claparedii* (Lev.), *Grubii* (Clap.) und *antillensis* (Ltk.) in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Dieses Unternehmen lohnte sich durch die Erfahrung, dass jede dieser Arten im Bau des Gehörorgans Besonderheiten besitzt, durch welche sie unter einander wie von der *Ar. marina* (L.) abweichen. Leider musste ich *Arenicola branchialis* (Aud. et M. Edw.) und *Ar. ecaudata* (Johnst.) unberücksichtigt lassen, da es mir nicht gelang, Vertreter dieser, vielleicht zweifelhaften, Arten zu erhalten.

Dass ich überhaupt die Untersuchung in solcher Ausdehnung führen konnte, verdanke ich für die *Ar. Claparedii* (Lev.) und *Grubii* (Clap.) der Mühwaltung der Zoologischen Station in Neapel, welche mir gut konservirte Thiere dieser beiden Arten verschaffte. — Für die Möglichkeit, *Arenicola antillensis* (Ltk.) zu untersuchen, bin ich der gütigen Vermittlung des Herrn LEVINSEN und der Freigebigkeit des zoologischen Museum in Kopenhagen zu Dank verpflichtet, woher ich das vordere Körperende dieser Art zur Bearbeitung erhielt.

Von den Zoologen, welche die Anatomie der *Arenicola* behandelten, hat wohl GRUBE¹ zuerst auf die uns beschäftigenden Organe hingewiesen, ohne jedoch ihren Bau und ihre Bedeutung zu erkennen; er erwähnt sie bei Gelegenheit der Beschreibung des Schlundringes der *Arenicola* als diesem anhängende Knötchen und seine Abbildung zeigt, dass es die Gehörorgane sind, welche er gesehen hat. Besser erkannte sie STANNIUS² und seine gleichfalls in mancher Beziehung noch wenig zutreffende Beschreibung und bildliche Darstellung hatte die bedeutsame Folge, dass C. TH. v. SIEBOLD³ nach ihr die Gebilde als Gehörblasen deutete, welche Otolithen enthielten. — Diese Auffassung ist von allen nachfolgenden Schriftstellern, welche sich mit dem Gegenstande

¹ A. E. GRUBE, Zur Anatomie und Physiologie der Kiemenwürmer. Königsberg 1838. 40. p. 18. Taf. I, Fig. 7.

² H. STANNIUS, Bemerkungen zur Anatomie und Physiologie der *Arenicola piscatorum*. J. MÜLLER'S Archiv f. Anatomie und Physiologie. Jahrg. 1840. p. 379. Taf. XI, Fig. 12, 13, 14, 15.

³ C. TH. v. SIEBOLD, Über das Gehörorgan der Mollusken. Archiv f. Naturgesch. 7. Jahrg. Bd. I. Berlin 1844. p. 166.

beschäftigten, beibehalten. Es sind das QUATREFAGES¹, METTENHEIMER², MEISSNER³, CLAPARÈDE⁴, COSMOVICI⁵ und JOURDAN⁶. Durch ihre meist wenig eingehenden Mittheilungen, die unter einander keineswegs immer übereinstimmten, erweiterte sich die Kenntniss von den Organen. In welcher Weise das geschah, soll später am entsprechenden Orte ausgeführt werden.

Arenicola marina (L.)

(Taf. XI, Fig. 1—12; Taf. XII, Fig. 13—20.)

Der Schilderung des Gehörorgans der *Arenicola marina* (L.) lasse ich, wiewohl dieser an den Küsten der Nordsee so häufige Wurm vielfach beschrieben ist, eine kurze Darstellung solcher Verhältnisse der vorderen Körperstrecke des Thieres vorangehen, welche theils für eine topographische Orientirung, theils für gewisse morphologische Beziehungen Bedeutung haben. Diese Strecke umfasst naturgemäß den vorderen kiemenlosen Abschnitt des Wurmkörpers, der aus dem Kopfappen¹, dem borstenlosen Buccalsegment, und den nächsten sechs borstenführenden Segmenten besteht. Von den letzten haben wir nur die zwei oder drei ersten hier mit zu betrachten (Fig. 1—3). Die ganze Körperoberfläche ist im Gegensatz zu dem glatten Kopfappen mit flachen warzigen Höckern besetzt, welche bald mehr bald weniger deutlich ringförmig gestellt sind. Scharfe Ringtheilung bilden die Furchen, welche die Segmente des Körpers von einander sondern, weniger scharf ausgeprägte Ringfurchen lassen innerhalb der Segmente Ringe unterscheiden, die, wenn auch nicht immer gleichmäßig scharf ausgeprägt, doch in bestimmten Zahlen vorhanden sind. An den borstentragenden Segmenten ist stets ein vorderer Ring vor den folgenden

¹ A. DE QUATREFAGES, Études sur les types inférieures de l'embranchement des Annelés. Annal. d. sc. natur. Sér. 3. Zoolog. T. XIII. Paris 1850. p. 366 und Histoire naturelle des Annelés. T. I. Paris 1863. p. 90. Pl. IV, Fig. 15.

² C. METTENHEIMER, Beobachtungen über niedere Seethiere. Abhandl. herausg. von der SENCKENBERG. naturforsch. Ges. Bd. III. Frankfurt a/M. 1859—1861. p. 294. Taf. X, Fig. 11, 13, 14, 15.

³ G. MEISSNER, HENLE und MEISSNER, Bericht über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie im Jahre 1856. Leipzig und Heidelberg 1857. 8^o. p. 635.

⁴ ED. CLAPARÈDE, Les annélides chétopodes du Golfe de Naples. Genève et Bâle. 1868. p. 300.

⁵ LÉON C. COSMOVICI, Glandes génitales et organes segmentaires des Annélides polychètes. Archives de Zoolog. expériment. et générale. T. VIII. 1879 et 1880. p. 255.

⁶ E. JOURDAN, Sur la structure des otocystes de l'*Arenicola Grubii*. Comptes rendus. T. XCVIII. I. Paris 1884. p. 757. — und: Die Sinne und Sinnesorgane der niederen Thiere. Übers. von W. MARSHALL. Leipzig 1894. p. 210.

durch etwas größere Länge und schärfere Grenzfurchen ausgezeichnet, sowie dadurch, dass er eine ringförmige Leiste trägt, hinter welcher am seitlichen Umfang über der halben Höhe das Parapodium mit dem dorsalen Borstenbündel steht und darunter in kleinem Abstand die Reihe der ventralen Borsten in einem kurzen Querspalt verborgen, an den ersten Segmenten sehr klein und wenig zahlreich; auf diesen Ring folgen am ersten borstentragenden Segmente zwei Ringel, wodurch das ganze Segment dreiringelig wird; das zweite borstentragende Segment hat hinter dem Ringe mit dem Parapodium drei Ringe, ist also vierringelig, während die nun folgenden Segmente fünfringelig sind, da hier hinter dem borstentragenden Ringel noch vier andere folgen.

Das erste borstenlose oder Buccalsegment hat drei durch tiefere Furchen von einander getrennte hintere Ringe, vor welchen dann die wenig kürzere vorderste Körperstrecke liegt, welche den Rüsseleingang umschließt. Die Ventralfläche ist durch ein dreieckiges, hinter diesem liegendes Feld, welches ich das Metastomialfeld nenne, ausgezeichnet. Das Feld wird durch Furchen begrenzt, welche mit dem Lauf der Schlundringschenkel des Nervensystems zusammenfallen. Die ventrale Medianfurchen, welche an der vorderen Strecke des Wurmkörpers die Lage des Bauchmarkes kennzeichnet, tritt vom ersten borstentragenden Segment auf das Buccalsegment hinüber und halbirt dessen beiden letzten vollen Ringel ganz. Von ihrem auf dem nächst vorderen Ringel gelegenen Vorderende gehen unter spitzem Winkel zwei Furchen ab mit der Richtung nach vorn und dorsalwärts. Sie sind es, welche dem Laufe der Schlundringschenkel entsprechen und die beiden Schenkel des dreieckigen Metastomialfeldes bilden. Das Feld wird von vier bis fünf queren Reihen von warzigen Höckern eingenommen und geht vorn in den Rüsseleingang über. — Verfolgt man die Grenzfurchen des Metastomialfeldes aufwärts, so lassen sie sich bis gegen den Seitenrand des Kopflappens verfolgen, werden dabei allerdings undeutlich.

Da nun, wo ihre Vorderenden an den Kopflappen hinanreichen, steht bald mehr bald minder deutlich ausgeprägt eine kleine längsgezogene spaltförmige Grube, welche von der Vorderstrecke jeder Grenzfurche des Metastomialfeldes spitzwinkelig gegen die Rückenfläche sich wendet, von der hinteren Ecke des Kopflappens um die Breite von etwa zwei Warzenreihen entfernt. Eine vordere und hintere kurze Reihe von drei bis vier warzenförmigen Höckern bilden die Begrenzung des Spaltes, ihre Flächen fallen in dessen Grund ab. Man trifft auf diese Grube, wenn man eine Verbindungslinie der vorderen dorsalen Parapodien gegen den Kopflappen hin fortführt. Dieser Spalt ist die Eingangsöffnung zum Gehörorgan (Fig. 4).

Der Kopflappen ist in der Regel tief eingezogen und dann von außen nicht sichtbar; bei starker Streckung des Wurmes tritt er zu Tage, auch bei im schlaffen Zustande abgetödteten Thieren oder nach einer Auftreibung der vorderen Körperstrecke mit Hilfe einer Einspritzung in die Leibeshöhle. Er erscheint dann als eine glatte quere ovale Platte, welche durch zwei Längsfurchen in drei schwach kissenförmig gewölbte Felder zerlegt ist, von denen die seitlichen als Seitenlappen zu bezeichnen sind. Von den Wimpergruben, welche sich an deren Seitenumfang befinden, ist ohne eingehende Zerlegung nichts wahrzunehmen (Fig. 2, 3).

Von der inneren Organisation des Wurmes interessiren uns hier gleichfalls zunächst die Verhältnisse, welche sich in der vorderen Körperstrecke, besonders im Buccalsegment finden (Fig. 4). Der Binnenraum dieses Segmentes ist nach hinten von dem folgenden Leibeshohlraum durch ein seit Langem bekanntes quer gestelltes Dissepiment abge sondert, welches sich als eine starke muskulöse Platte von der Längsmuskulatur der Körperwand ablöst, mit radiärem Verlauf seiner Fasern gegen das Darmrohr sich wendet und ringförmig an der hinteren Grenze des Rüssels sich an dessen Außenwand anheftet. Es bildet ein wahres muskulöses Diaphragma (Fig. 4, 10 *Dph*).

Den Haupttheil des Binnenraumes vom Buccalsegment nimmt die als Rüssel ausstülpbare Vorderstrecke des Darmes ein, dessen Bewegung nach vorn durch das muskulöse Diaphragma beschränkt wird, welches andererseits als dessen Retraktor wirkt. Den Darm begleiten die dorsalen und ventralen Längsstämme, die uns hier, so wenig wie ihre reichen Verzweigungen, nicht weiter interessiren.

Auf die ventrale Fläche des Buccalsegmentes tritt das Bauchmark des Nervensystems vom ersten borstentragenden Segment her in einem muskelfreien Längsfelde über und läuft etwas über die Furche hinaus, welche den letzten Ring des Buccalsegmentes vom voranstehenden sondert. Hier findet seine Gabelung zu den Connectiven des Schlundringes statt, und diese verlaufen, den Schlund umfassend, an der Innenfläche der Körperwand auf jenen Linien, welche außen als die Seitenfurchen des metastomialen Feldes erscheinen. Diese Connective sind völlig von der Muskulatur der Körperwand bedeckt. Ihre vorderen Enden treten an die Unterfläche des vorderen breiten Abschnittes des Hirnes, welches als ein Knoten von herzförmiger Gestalt, das zugespitzte Ende nach hinten gerichtet, im hinteren Theile des Kopflappens über dem Rüssel eingang liegt (Fig. 4, 13).

Im Buccalsegment entspringen von der Endstrecke des Bauchmarkes und von den Schlundconnectiven Seitenzweige, welche das

gleiche Verhalten zeigen, wie die Zweige, welche in den folgenden Segmenten vom Bauchmark abgehen. Es sind das, wie das von anderen Borstenwürmern und Gephyreen vielfach bekannt ist, völlig in sich geschlossene Ringnerven, welche durchaus symmetrisch vom Bauchmark abgehen und auf der Firste der gegen die Leibeshöhle vorspringenden Segmentfurchen verlaufen. Von ihnen gehen Nerven ab, welche in einen dichten subepithelialen Plexus eintreten. In solcher Weise entspringt im Buccalsegment von der Anfangsstrecke des Bauchmarkes ein Paar von Ringnerven, und in gleicher Weise treten von jedem Connectiv des Schlundringes zwei hinter einander gelegene Nerven ab, alle verlaufen parallel und liegen auf den leistenförmig vorspringenden Kanten der Ringfurchen. Die von den Connectiven ausgehenden Fasern bilden aber keine völlig geschlossenen Ringe, denn im Bereich des metastomialen Feldes fehlt jene Strecke, welche die den dorsalen Umfang der Körperwand umfassende Nervenspange ganz zum Ring abschließen würde. Ich habe vom medialen Umfange der Schlundring-connective keine Nerven zur Körperwand des metastomialen Feldes abgehen sehen, weder bei der grobanatomischen Präparation, noch bei Durchmusterung von Schnittserien, welche sonst die Ringnerven der Körperwand zeigten (Fig. 43).

Zwischen der vordersten Nervenspange und der Endigung der Schlundringconnective am Hirn machen sich auf der inneren Körperwandfläche die Gehörorgane bemerklich, sobald man die Körperwand ausgebreitet vor sich hat (Fig. 4). Um sie zur Anschauung zu bringen, löse man aus der neben der ventralen Mittellinie geöffneten Körperhöhle mit Durchschneidung des muskulösen Diaphragma die vordere Darmstrecke heraus, trenne sie durch einen Schnitt von der hinteren Darmstrecke und schlage sie, während die Körperwand ausgebreitet wird, scharf anziehend nach vorn hinaus. Räumt man dann die bisweilen die Ansicht störenden Blutgefäße fort, so findet man die Organe als je einen seitwärts und etwas nach hinten von dem durch Muskelfasern verdeckten Hirn gelegenen, meist weißlich erscheinenden Fleck, an welchem in augenfälliger Weise ein Zug von querlaufenden Muskelfasern unterbrochen wird. Aus der an die Leibeshöhle grenzenden oberflächlichen Schicht der allgemeinen längslaufenden Muskulatur trennt sich innerhalb des Buccalsegmentes aus dem Bezirk, welcher zwischen der ventralen Medianlinie und der Verbindungslinie der ventralen Parapodien liegt, jederseits ein breiter bandartiger Streifen ab, steigt der Körperwand anliegend schräg in dorsoventraler Richtung aufwärts gegen die dorsale Mittellinie und heftet sich von jeder Seite kommend, und so wie ein gemeinsames queres Band erscheinend, auf

die Umhüllung der unteren Fläche des Hirns. Am hinteren Rande dieses Muskelbandes wird nun in kurzem Abstände seitlich vom Hirn ein Theil dieses Muskels in seinem Verlaufe dadurch unterbrochen, dass hier das Gehörorgan gegen die Leibeshöhle von der Körperwand her vorspringt, den Muskel trifft und damit einem Theil von dessen Fasern einen Ansatzpunkt bietet, während in deren Fortsetzung der andere, gleichsam abgetrennte Theil hier entspringt, und wie die Gesammtmasse dieser Muskelfasern auf die untere Hirnfläche zieht. Die Unterbrechungsstelle dieses Muskelbandes, die Stelle der Anheftung und des Ursprunges seiner Fasern erscheint als weißlicher Fleck und kennzeichnet die Lage des Organs.

Um die Organe ganz in ihrer Lage und Verbindung zu übersehen, muss die wandständige Muskulatur des Körpers entfernt werden. Mir hat sich als bequemes Hilfsmittel dafür eine kurze Einwirkung von 30%iger Salpetersäure auf den lebensfrischen Wurmkörper und nachträgliches Auswaschen mit Wasser empfohlen. Die Muskulatur lässt sich dann leicht in großen zusammenhängenden Strängen ablösen, während sich die Körperwand und die an ihr gelagerten nervösen Apparate erhalten (Fig. 13, 14).

Auf der von Muskeln befreiten inneren Oberfläche der Körperwand erscheinen dann die Gehörorgane in kurzem Abstand von dem Hinterrande des Gehirns und lateralwärts von den Vorderenden der Connective des Schlundringes als kurze, nun frei vorragende weißliche oder hellgraue Zapfen, welche seitlich plattgedrückt sind.

Für eine Betrachtung der lebensfrischen Organe bei Würmern, welche bereits so weit herangewachsen sind, dass sie im gelähmten Zustande durch Druck nicht mehr durchsichtig zu machen sind — bei jungen Thieren bis zu etwa 3 cm Länge ist das noch möglich — lassen sich die Gebilde, sobald man ihre Lage kennt, leicht freilegen und mit sammt der umgebenden, zum Theil anheftenden Muskulatur mit einer aufs Blatt gebogenen Schere ganz ausschneiden. Nun lässt die Untersuchung solcher Präparate zwar manche Einzelheit von dem Bau der Organe erkennen, und darf nicht völlig außer Acht gelassen werden, und es sind die isolirten Organe für Färbung und Aufhellung, besonders aber zu Macerationsverfahren für bestimmte Zwecke sehr dienlich — allein bessere Übersichten und Erkenntnisse von ihrem Bau geben doch Präparate, in denen die Gehörorgane mit ihrer gesammten Umgebung in Schnittreihen nach verschiedenen Ebenen zerlegt und nach den üblichen Methoden der Färbung behandelt sind. Meine folgende Beschreibung der Gehörorgane ist daher im Wesentlichen nach solchen Präparaten angefertigt (Fig. 5—12, 15—17).

Das Gehörorgan der *Arenicola marina* L. ist bis auf seine, die Leibeshöhle berührende Kuppe von der Muskulatur der Körperwand allseitig umgeben. Von dieser setzt es sich aber durch die besonderen Gewebe, aus denen es besteht, so bestimmt ab, dass es aus der Reihe der längs und quer gelegten Schnitte leicht für Auffassung und Beschreibung wieder aufzubauen ist.

In dem Organ bilden die Bestandtheile der Haut, die Cuticula und das zu ihr gehörende Epithel, die Grundlage, an welche Nerv, Gefäße und Muskeln herantreten.

Die Beschreibung geht von der ersten aus. Sie ist hier nach den Verhältnissen bei ausgewachsenen Würmern gemacht. Es stellt sich dann das Organ als ein mit der vorhin gekennzeichneten Spaltöffnung auf der Körperoberfläche ausmündendes Hohlorgan dar, welches im Allgemeinen einer Retorte vergleichbar ist, und an dem sich danach ein Hals und ein gegen diesen winklig umgebogener Kolben oder eine Blase unterscheiden lässt (Fig. 15). Der Hals ist ein trichterförmiges Rohr, dessen weite Öffnung auf der Oberfläche der Haut ausmündet, während das verdünnte Endstück in die Blase übergeht. Dabei ist der Hals abgeplattet, und diese Abplattung trifft die Wand wie die Lichtung. Entsprechend der Gestalt der äußeren spaltförmigen Mündung ist er auf dem größten Theile seiner von der Haut abgehenden Strecke so plattgedrückt, dass hier zwei breitere Flächen und zwei schmalere Kanten gebildet werden; gegen den Endkolben hin nimmt die Abplattung ab, der Unterschied zwischen Kanten und Flächen wird geringer und die Fläche des Querschnittes nähert sich allmählich der eines Kreises, ohne diese ganz zu erreichen; der in der Anfangsstrecke vorhandene bedeutende Unterschied zwischen Breite und Dicke schwindet nicht ganz. Die Abplattung des Rohres ist im Allgemeinen in einer transversalen Ebene erfolgt; die Breitflächen des Halses liegen parallel zur Körperoberfläche, die Kanten sind dorsal- und ventralwärts gerichtet (Fig. 5). Dieses Rohr ist außen, aber nicht auf der Innenfläche glattwandig, sondern hier vielfach in Falten gelegt, die wahrscheinlich ganz unbeständig sind und von den Kontraktionszuständen der umgebenden Muskulatur bedingt werden. Es sind vor Allem tiefe Falten, welche zur Längsachse des Halses quer stehen, und welche in unregelmäßiger Weise Vorsprünge in die Lichtungen des Halses wie Ausbuchtungen des Binnenraumes nach außen erzeugen. Solche Falten werden entstehen, wenn ein weites Rohr mit nachgiebiger Wandung in der Richtung seiner Längsachse zusammengeschoben wird; sie werden bei einer Streckung in gleicher Richtung verstreichen. Neben solchen Falten treten längslaufende Einfaltungen und Ausbuchtungen der Wand auf, die, so weit

ich gesehen habe, weniger bedeutend als die Querfalten sind, immerhin groß genug, um eine beträchtliche Erweiterung der Lichtung mit ihrer Ausgleichung zu gestatten. — Beide Faltungen sind am stärksten in der abgeplatteten Strecke des Halses vorhanden. Auf der Übergangsstrecke zum Kolben zeigt der Querschnitt bald eine dreieckige Fläche der Lichtung, welche wohl durch längslaufende Falten hervorgerufen ist; bald ist er rein queroval, und mag dann in der Ebene einer queren Faltung liegen. Nach dieser Auffassung sind die Falten nicht den Furchen gleich zu setzen, welche auf der äußeren Haut die warzigen Höcker von einander trennen. Dafür spricht das Verhalten des nachher zu schildernden Epithels, welches auf der Oberfläche in den Furchen und auf der Höhe der Warzen sich ungleich verhält, im Blasenhalse dagegen auf dem Scheitel der Falten wie in deren Einsenkungen gleichmäßig ist.

Der Endkolben ist eine Blase, welche bald der Kugelgestalt sich nähert, bald dergestalt seitlich zusammengedrückt erscheint, dass sie einer bikonvexen Linse ähnelt oder auch zwei abgeflachte Flächen bei kreisförmigem Umfang besitzt. Es werden daher Schnitte, welche in verschiedenen Richtungen durch sie geführt sind, von ihrer Lichtung bald das Bild eines Kreises, bald einer Ellipse gewähren; und solche Unterschiede mögen nach den wechselnden Verhältnissen in der Umgebung der Blase ungleich stark hervortreten. Abweichungen von der regelmäßigen Gestalt einer Kugel oder Linse kommen da zu Stande, wo der Hals des Organs in den Kolben übergeht. Hier ist die Blase gleichsam gegen die Richtung des Halses hin umgeknickt, in ähnlicher Weise wie Kolben und Hals einer Retorte zu einander stehen; dabei wendet sich der Scheitel der Blase mit Rücksicht auf den Wurmkörper nach innen und vorn; es liegt die Blase damit dem medianen Umfange der Endstrecke des Halses an. Mit dieser Knickung und Umbiegung auf dem Übergange vom Halse zur Blase ist gleichsam der Endabschnitt des Halses ein wenig gegen die Lichtung der Blase eingeschoben und treibt die Blasenwand, da wo sie die Knickung erfährt, etwas nach innen vor; doch ist auch dieses Verhalten ungleich stark ausgeprägt und offenbar wechselnd wie die Faltung in der Wand des Halses. Dies Verhalten erzeugt, wenn man am lebenden durch Druck abgeplatteten Wurme das Gehörorgan untersucht, nicht selten das Bild, als spränge in den Binnenraum der Blase ein Polster hinein vor, durch welches dieser auf einen sichel- oder halbmondförmigen Raum eingengt würde. Die Öffnung, mit welcher die Lichtung des Halses in den Hohlraum der Blase hinüberführt, ist spaltförmig.

An das so gestaltete Organ tritt ein Nery, den ich mit voller Sicherheit, welche die grobe Präparation nicht verleiht, nur an Schnitt-

ten erkannt habe; denn wie das Organ fast völlig in der wandständigen Muskulatur begraben ist, wird dieser Nerv von ihr völlig bedeckt, und geht bei seiner Kleinheit und Zartheit beim Abtragen der Muskelfasern sehr leicht verloren. Da wo das Organ am äußeren Umfange des Schlundringschenkels von der äußeren Körperoberfläche nach innen vorragt, löst sich von diesem ein kurzer feiner Nervenzweig ab und legt sich auf die Außenfläche des Halses eine kurze Strecke vor dessen Verbindung mit der Endblase. Die Ausbreitung des Nerven erfolgt von hier ab in gleichmäßiger Schicht, ohne besondere Strangbildung, und überzieht die Endstrecke des Halses wie den blasenförmigen Kolben. Sie ist weiterhin bei der Schilderung des feinen Baues beschrieben. — Die Außenfläche des Epithels und der mit ihm innig verbundenen Nervenschicht wird von einer glatten Membran bekleidet.

Von den Muskeln, welche das Gehörorgan umgeben, zieht der größte Theil der Fasern an ihm vorbei, ohne sich anzuheften. Es ist das die Hauptmasse der ringförmigen und längslaufenden Muskelschichten der Körperwand. Nur ein kleiner Theil von Muskelfasern heftet sich an das Gehörorgan an. Sie gehören zu einem schmalen und dünnen bandartigen Muskel, welcher als ein besonderer Theil des größeren Muskels erscheint, der auf der Höhe des Schlundringes sich von der längslaufenden Körpermuskulatur ablöst, schräg auf- und medianwärts sich wendet und auf der Hülle, welche die ventrale Fläche des hinteren Hirnendes bekleidet, sich anheftet (Fig. 4). Der platte Muskel, welcher zum Gehörorgan geht, ist gleichsam durch dessen Einschub unterbrochen, so dass die einen seiner Fasern, aus der Längsmuskulatur des Körpers stammend, auf der am weitesten gegen den Körperhohlraum vorspringenden Fläche des Kolbens sich anheften, während ihnen gegenüber andere entspringen, welche wie der größere Muskel, zu dem sie gehören, an die Unterfläche des Gehirns ziehen. Diese Insertionsstelle liegt am Gehörorgan nicht auf dem Grunde der kolbenförmigen Blase, welche nach vorn gewendet zwischen den Muskelfasern steckt, sondern auf jener Fläche, welche der Einmündung des Halses in den Kolben gegenüber steht. — Nach der Anordnung der Fasern darf man schließen, dass dieser zweitheilige Muskel bei seiner Kontraktion den Kolben in solcher Weise gegen die Körperwand bewegt, dass ein Druck die Längsrichtung des Halses trifft; dadurch wird dann vermuthlich dessen Wand in die Querfalten verschoben, welche ich vorhin erwähnte. Eine Erschlaffung des Muskels wird dagegen von einer Ausgleichung dieser Falten und einer Streckung des Halses begleitet sein. — Dass die Muskelfasern, zwischen denen das Organ gelagert ist, auch wenn sie sich daran nicht anheften, bei ihren

Kontraktionen dessen Form und Stellung zu beeinflussen vermögen, erscheint sehr wahrscheinlich.

Blutgefäße habe ich an zwei Stellen in größerer Anzahl und in engem Anschluss an das Organ gefunden. Einmal ist es die Ansatzstelle der Muskelfasern an die Wand der Blase, an welcher ich stets eine Anzahl von unter einander zusammenhängenden Blutgefäßen getroffen habe. Dann finden sich regelmäßig Blutgefäße an jener Stelle, wo der Kolben des Organs bei seiner Knickung gegen die Endstrecke des Halses gelegt ist. Beide Gefäßbezirke gehören dem allgemeinen Gefäßnetze an, welches sich auf der Innenfläche der Körperwand ausbreitet.

Die Größenverhältnisse des Organs ergeben sich für die erwachsenen Thiere aus folgenden Messungen. Ein aus dem Körper des Wurmes herauspräparirtes Gehörorgan, welches mit Chromessigsäure und Alkohol behandelt war, maß in seiner ganzen Länge vom Eingangsspalt bis zur Kuppe der Blase 0,99 mm; in einer Kantenansicht bestimmte ich die Schmalfläche oben am Halse zu 0,171 mm, vor der Endblase zu 0,382 mm, die größten Quermesser in der Endblase zu 0,382 mm; die Breitfläche oben am Halse betrug 0,303 mm, die der Blase 0,396 mm. An einem Längsschnitt betrug die Gesamtlänge des Gehörorgans aus einem anderen Wurme, der 6 mm im Quermesser hielt, 0,797 mm, dessen Querdurchmesser im Halse unterhalb der Ausmündung 0,145 mm, der gleiche Durchmesser von Blase und Hals zusammen 0,290 mm, der Blase allein 0,198 mm, die Länge der Blase von der höchsten Wölbung der freien Kuppe bis zum gegenüberstehenden Punkt 0,594 mm. Die Breiten- und Querdurchmesser des Gehörorgans und seiner Lichtung in den verschiedenen Strecken ergeben sich aus folgenden Zahlen, die durch Messungen an Schnitten aus einer Reihe bestimmt wurden: der Gang unterhalb der äußeren Mündung war 0,356 mm breit und 0,145 dick, seine Lichtung maß in gleichen Ebenen 0,198 mm auf 0,013 mm; der Gang dicht oberhalb der Blase 0,224 mm breit, 0,171 mm dick, seine Lichtung hier 0,0396/0,0396 mm; der Querschnitt durch Gang und Blase zusammen war 0,462 mm breit, davon kamen auf den Gang 0,198 mm, auf die Blase 0,264 mm; die größte Ausdehnung der Blase war in der Breite 0,290 mm, in der Dicke 0,264 mm, die Lichtung maß auf 0,118/0,158 mm. — Alle diese Messungen sind ohne Rücksicht auf die Bestandtheile gemacht, welche am Aufbau des Gehörorgans Theil nehmen.

Die Lage des Gesamttorgans zur Körperwand ergibt sich, wenn man die oben beschriebene Stellung der äußeren Mündung berücksichtigt, am besten aus der Betrachtung eines Längsschnittes, welcher in seiner Höhe transversal durch den Wurmkörper gelegt ist (Fig. 10).

Hier erscheint die Einstülpung, welche den Hals des Organs bildet, ganz ähnlich einer Einfaltung, welche die Segmente oder deren Ringfurchen von einander sondert. Allein während diese die Ringmuskulatur nicht völlig durchbrechen und auf ihrer Firste den Ringnerven tragen, durchbricht das Gehörorgan mit seinem Halsteile schon die Ringmuskulatur, indem es von seiner hoch dorsal gelegenen spaltförmigen Mündung in dorsoventraler Richtung und unter spitzem Winkel gegen die Medianebene eindringt. Dabei zieht es hart am äußeren Umfange der oberen Strecke des zum Hirn umbiegenden Schenkels des Schlundringconnectivs vorbei, und tritt mit diesem durch einen verbindenden kurzen Nervenzweig in Zusammenhang. Der die Blase tragende Endabschnitt des Halses hält die Richtung der Anfangsstrecke bei und durchsetzt mit der Blase die Längsmuskulatur und insbesondere die Masse des Muskels, welcher von ihr zur Unterfläche des Hirnes zieht. Durch die retortenförmige Krümmung, welche die Gesamtform des Organs erzeugt, ist die Blase innerhalb dieser Muskelfasern und allseitig von ihnen umgeben, mit ihrem blinden erweiterten Grunde nach vorn und dorsalwärts gewendet und liegt dem median- und vorwärts gewendeten Umfange der Endstrecke des Halses an. Mit ihrer Kuppe durchbricht die Blase das zum Hirn ziehende Muskelband und zerlegt dieses, wie es oben beschrieben ist, in zwei gesonderte Strecken, welche an ihr anheften.

Bei einer Schilderung des feineren Baues des Gehörorgans können die Muskeln und Gefäße unberücksichtigt bleiben; uns beschäftigt daher hier nur seine epitheliale Wandung und die an sie hinantretende Nervenschicht.

Wie das ganze Organ als eine Einstülpung der Oberhaut erscheint, so wiederholen sich an ihm deren Elemente, jedoch mit gewissen Eigenthümlichkeiten.

Die Cuticula, welche sich auf der Oberfläche des Körpers befindet, setzt sich in das Organ hinein fort und bildet als dessen innere Auskleidung einen völlig zusammenhängenden, außer an der Mündung nirgends unterbrochenen Schlauch, der die Retortenform des Organs wiedergibt. Es ist leicht, mit geeigneter Behandlung diesen ganzen Schlauch im Zusammenhang, von den Epithelien entblößt, frei zu legen; dabei erhält sich die Endblase in ihrer Form, während der gefaltete Halsteil sich unregelmäßig zusammenlegt (Fig. 18, 19). Ich betone den völligen Zusammenhang der cuticularen Auskleidung, weil JOURDAN für *Arenicola Grubii* (Clpd.) die Angabe gemacht hat, die innere Oberfläche des Gehörorgans sei von kleinen, den einzelnen Zelloberflächen entspre-

chenden Plättchen bedeckt; bei der Entstehung mag die Auskleidung in solcher Weise gebildet werden, für das erwachsene Thier dieser Art trifft aber eine solche Auffassung nicht zu.

Die Cuticula ist mir in der ganzen Ausdehnung homogen erschienen, eine ausgeprägte Schichtung habe ich in ihr nicht gesehen; auch fehlen ihr Porenkanäle. Das sind Eigenthümlichkeiten, welche WIRÉN¹ schon für die äußere Körperdecke des Wurmes angegeben hat. In der Anfangsstrecke des Halses trägt sie, wie ihre Matrix, auch sonst das Gepräge wie auf der Oberhaut, in so fern als sie etwas dicker als weiterhin und, individuell verschieden, bald mehr bald minder bräunlich gefärbt ist. In der Endstrecke des Halses verfeinert sich die Cuticula und ist völlig farblos. Kurz vor der Einmündung des Halses in die Endblase ist die Oberfläche der Cuticula von einem Besatz mit Flimmerhaaren eingenommen. Ihre Anwesenheit festzustellen ist der schwierigste Punkt der Untersuchung gewesen, da in den weitaus meisten Fällen in den abgetödteten und für die Schnittbehandlung hergerichteten Würmern die Flimmern nicht erhalten waren. An jungen lebenden Thieren, die durch allmählich wirkenden Druck abgeplattet und durchscheinend gemacht waren, konnte ich wohl die Wirkung einer Flimmerung in der später noch zu erwähnenden Bewegung des Blaseninhaltes erkennen, nicht aber die Flimmern selbst. Dagegen habe ich die in Bewegung befindlichen Cilien deutlich an Präparaten gesehen, welche ich von dem rasch aus dem lebenden Wurmkörper herausgelösten Organ erhielt, als ich es in einer Mischung von Seewasser und Leibesflüssigkeit mit Nadeln zerriss. Ich habe sie ferner in Macerationspräparaten erhalten, die ich damit herstellte, dass ich das lebensfrische Organ für 36 Stunden in eine schwache Lösung von doppeltchromsauren Ammoniak legte, dem einige Tropfen von FLEMMING'scher Flüssigkeit zugesetzt waren. Und endlich hat sich in einigen Schnittreihen von Würmern, die mit Sublimatlösung abgetödtet, mit Alkohol stufenweise gehärtet, und mit EHRLICH's Hämatoxylin gefärbt waren, der Besatz der Cilien auf der Cuticula in kenntlicher Weise erhalten. — Die Strecke des Halses, in welcher ich die Flimmerhaare gesehen habe, besitzt noch das querovale Lumen; wie weit sich aber der Flimmerbesatz erstreckt, habe ich nicht festgestellt; auf den Schnitten, in denen die Cilien noch kenntlich erhalten sind, sind sie nur auf der einen Hälfte des Umfanges vorhanden, welche von der Blase abgewendet ist (Fig. 16). Während in den Fällen, in welchen

¹ A. WIRÉN, Beiträge zur Anatomie und Histologie der limivoren Anneliden. Stockholm 1887. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd. XXII. No. 1. p. 6. Taf. 1, Fig. 1—3.

ich die Flimmern in Bewegung sah, sie den Eindruck eines zusammenhängenden wogenden Saumes machten, standen sie in den genannten Macerationspräparaten gruppenweise in Büscheln auf der Chitincuticula und machten den Eindruck kammförmiger Reihen. Bei den in Balsam eingeschlossenen Präparaten, in denen sie noch nachweisbar waren, bildeten sie einen zusammengeflossenen Saum über der Cuticula. — In einzelnen Fällen zeigte die Oberfläche der Cuticula, welche die Cilien trägt, eine feine netzförmig gefelderte Zeichnung; ich halte diese für den Ausdruck der unter ihr gelegenen Zellen.

Auf der inneren Oberfläche der Blasenwand ist die Cuticula gleichmäßig dünn und völlig farblos. Cilien habe ich auf ihr nie gesehen, wiewohl ich gegenüber der Bewegung, welche der Inhalt der Blase zeigt, sowohl am lebenden Thiere oder dem isolirten lebensfrischen Organ, wie an den mit den verschiedenartigsten Methoden hergestellten Präparaten oft und mit besonderer Aufmerksamkeit danach gesucht habe. In einzelnen Fällen zeigte die Cuticula auf Flächenansichten eine äußerst feine dicht stehende Punktirung. So nahe es liegt, darin den Ausdruck einer auf Porenbildung zurückzuführenden Strukturirung der Cuticula zu sehen, so habe ich mich von der Richtigkeit einer solchen Deutung aus den Bildern, welche der Querschnitt der feinen Haut giebt, nicht überzeugen können, und bin der Meinung, dass, wenn eine solche Punktirung im Bau der Cuticula begründet ist, sie wohl nur der Ausdruck einer Reliefbildung auf der Fläche ist, welche durch die unter ihr gelegenen Zellen veranlasst wird.

Wie die Cuticula des Gehörorgans eine Fortsetzung von der äußeren Körperwand ist, haben auch die unter ihr gelegenen Zellen, welche als ihre Matrix aufzufassen sind, einen ununterbrochenen Zusammenhang mit den subcuticularen Epithelzellen der Körperwandung. Diese sind hohe Cylinderzellen, welche in ihrem basalen Abschnitt besenartig in eine Anzahl langer feiner Fasern auslaufen; ihr Zelleib ist in jenen Bezirken der Haut, welche stets auf der Oberfläche frei liegen, in wechselnder Weise ungleich ausgerüstet, indem bald bräunlich oder gelb gefärbte Körnchen oder Krümchen in ihn eingelagert sind, bald größere Mengen eines, mit Hämatoxylin sich tief färbenden Sekretes, durch dessen Ansammlung der Zelleib die Form einer stets schlanken Becherzelle annehmen kann; der Charakter einzelliger Drüsen ist an den bei Weitem meisten dieser Zellen unverkennbar. In der Tiefe der Segmentfurchen ändert sich das Aussehen dieser Epithelien derartig, dass offenbar die drüsige Thätigkeit zurückgetreten ist, die Zelleiber frei von körnigen Einlagerungen sind, daher im Allgemeinen lichter erscheinen und bei Hämatoxylinfärbung keine dunkel gefärbten Ein-

lagerungen zeigen. Ich beschränke mich hier auf diese allgemeinste Kennzeichnung der Oberhautepithelien, sowie ich nur kurz hinzufüge, dass sie mit dem Gewebe der peripheren Nerven in Zusammenhang treten und mit ihren fadenförmigen Ausläufern diese Schicht nervösen Gewebes durchsetzen und an eine Basalmembran stoßen, welche die Gesamtheit des Epithels gegen die Muskeln der Körperwand und die Leibeshöhle abgrenzt; denn alle diese Verhältnisse sind im Besonderen von der Epithelschicht des Gehörorgans, wenn auch mit gewissen Besonderheiten zu beschreiben. — Ich hatte aber diese meine Auffassung vom Bau des Epithels der Körperwand hier mitzutheilen, weil sie im Widerspruch zu einigen Angaben steht, welche WIRÉN vom Bau der Haut der Arenicola gemacht hat. Die Ungleichheit unserer Darstellung geht wohl darauf zurück, dass WIRÉN sein Urtheil nach Schnittpräparaten und nicht nach den Bildern des durch Maceration zerlegten Gewebes gegeben hat. Dadurch ist WIRÉN die Auffassung der basalen Enden der Epithelzellen entgangen, er spricht nur vermuthungsweise von fadenförmigen Ausläufern dieser Zellen. Bedeutender ist der Unterschied unserer Auffassung über das subepitheliale Gewebe. Ich will zunächst hervorheben, dass ich das Fehlen einer Basilmembran, welche die Epithelien von den Muskeln trennt, nicht zugeben kann. Dann gebe ich dem Fasergewebe, welches unterhalb der Kernregion des Epithels gegen die Leibeshöhle hin folgt, eine andere Bedeutung als WIRÉN, der dies als Bindegewebe bezeichnet. Dieses Fasergewebe enthält einmal die faserigen Ausläufer der Epithelzellen; was aber als kernhaltiges netzartig verstricktes Fasergewebe erscheint, ist nach meiner Auffassung nicht, wie WIRÉN will, Bindegewebe, wenigstens nicht das stützende Bindegewebe des Körpers, sondern gehört dem Nervensystem an. Diese Auffassung leite ich daraus ab, dass ich das Gewebe der ringförmigen Nerven in das kernhaltige Fasergewebe übergehen finde. Wie weit dem bindegewebige Elemente beigemischt sein können, habe ich nicht weiter untersucht. Nicht an allen Stellen der tiefen Epithelschicht der Körperhaut findet sich dieses kernhaltige Fasergewebe, aber allerdings weit verbreitet, wie die Ausbreitung der Nerven mit Plexusbildung in der Haut sehr ausgedehnt ist. Ich habe dieses Gewebes nachher noch besonders zu gedenken.

Meine Ansichten vom Epithel der Arenicola stimmen im Allgemeinen überein mit den Beschreibungen, welche JOURDAN¹ vom Epithel der Eunice, EISIG² von dem der Capitelliden gemacht hat. JOURDAN

¹ M. ET. JOURDAN, Études histologiques sur deux espèces du genre Eunice. Annales des sciences naturelles. Sér. VII. Zoolog. T. II. 1887. Art. No. 6. p. 243 f. Pl. XV, Fig. 24. ² EISIG, Monogr. der Capitelliden. 1887. p. 21. Taf. III, Fig. 5, 6,

stellt das Auftreten eines Bindegewebes unter dem Epithel in Abrede, und zieht das kernhaltige Fasergewebe an dieser Stelle, was CLAPARÈDE¹ als »tissu connectif stellaire«, WIRÉN als Bindegewebe bezeichnet hat, unmittelbar zum Epithelgewebe.

An geeigneten Schnitten durch das gehärtete und gefärbte Gehörorgan sieht man (Fig. 15, 16, 17) unter der Cuticula in ihrer ganzen Ausdehnung eine ununterbrochene Schicht von schmalen und hohen palissadenartig dicht neben einander stehenden Zellen, deren Kerne in annähernd gleichmäßigem Abstände von der cuticularen Oberfläche so gestellt sind, dass daraus die Einschichtigkeit dieses Epithels erhellt. Nach außen geht die Epithelschicht ohne eine scharfe Abgrenzung in ein Gewebe über, welches das Ansehen einer von feinen Fasern gebildeten, netzartig verfilzten Masse hat; sie nimmt in der unteren Hälfte des Blasenhalbes schnell bis zu der Mächtigkeit zu, welche sie an der Blasenwand besitzt, und erhält dann ein besonderes Ansehen dadurch, dass in die netzförmig verfilzte Masse Kerne eingebettet sind, welche von den Kernen des Epithels bedeutend verschieden sind. Dieses kernhaltige Fasergewebe stimmt im Ansehen mit dem Gewebe der peripheren Nerven überein, und ist daher als eine Nervenschicht zu bezeichnen, welche mit der kernlosen nicht nervösen Fasermasse in Zusammenhang steht. — Die äußere Oberfläche des Gehörorgans ist von einer feinen Haut allseitig umschlossen, mit Ausnahme jener Strecke, auf welcher der an das Organ hinantretende Nerv sie durchbricht, um sich als Nervenschicht auszubreiten.

Die genauere Erkenntnis dieser Schichten und ihrer Verbindung unter einander ist nach meinen Erfahrungen an Schnittpräparaten allein nicht zu erhalten; ich habe daher ein Macerationsverfahren in Anwendung gebracht, indem ich die in dünnen Lösungen von doppelt-chromsauren Ammoniak, dem wenige Tropfen FLEMMING'scher Flüssigkeit zugesetzt waren, im isolirten Zustande gehärteten Organe in Lösungen von RANVIER's Pikrokarmine unter dem Deckglas in einer feuchten Kammer 24—36 Stunden liegen, und sobald die Lockerung der Elemente eintrat, so dass sie bei Klopfen auf das Deckglas aus einander wichen, allmählich verdünntes Glycerin zufließen ließ. Derartig angefertigte Präparate haben sich lange erhalten lassen (Fig. 20)

In der Anfangsstrecke des Halses tragen die Zellen noch den Habitus des äußeren Epithels, der erst in der zweiten Hälfte des Ganges etwa verloren geht. Die dicht zur Oberfläche senkrecht stehenden Zellen, im Allgemeinen schlank cylindrisch oder stäbchenförmig, gehen

¹ CLAPARÈDE, Recherches sur la structure des Annélides sédentaires. Genève 1873. 40. p. 17.

in der unteren Hälfte in einen Büschel von langen faserförmigen Ausläufern aus, und sind dort, wo der Kern in ihnen, nahe über der Auflösung des Zelleibes in Fasern, gelegen ist, etwa auf der halben Höhe der ganzen Zelle, oder gegen die Oberfläche hin verschoben, bauchig durch diesen aufgetrieben, meist nach einer Seite des Umfanges hin. Der oberhalb der Kernaufreibung gelegene Abschnitt der Zelle ist meistens kantig stabförmig schlank, doch auch wohl seitlich zusammengedrückt und lässt an den isolirten Zellen häufig eine Kante erkennen, in deren Verlängerung nach der Basis hin eine der Basalfasern sich erstreckt. Die zunächst unter der Cuticula gelegene Fläche des Zelleibes ist in Macerationspräparaten sehr fein und kurz gezähnelte, und schließt sich dadurch wohl eng an die Unterfläche der Cuticula an. Eine feine Längsstreifung, die von dieser Zähnelung aus an und in der äußersten Strecke des Zelleibes zu erkennen ist, halte ich für eine Struktur des Plasma, welche zu der ausscheidenden Thätigkeit der Zelle Beziehung haben mag. Die Strecke bis zum Kern, bisweilen auch noch die den Kern umgebende Strecke, trägt feine dunkle Körner, welche in dichter Lage die bräunliche Färbung in der Eingangsstrecke des Halses erzeugen, und mit gleichen Pigment- oder Sekretkörnern in dem Epithel der Oberhaut übereinstimmen. Bei Färbungen mit Hämatoxylin tritt in vielen dieser Zellen ein tief blau gefärbter Inhalt in dieser stäbchenförmigen Strecke auf, bald in kleineren Stückchen, bald in größeren Ballen; es ist das ein Ausscheidungsprodukt, welches das gleiche Verhalten zeigt wie die Exkretballen, die bei gleicher Behandlung eben so sich in den Zellen des Oberhautepithels finden und die den bräunlichen oder grünlichen Stoff liefern, welcher die Oberfläche des Wurmes oft, zumal bei Reizungen, in reichlicher Menge bedeckt, wahrscheinlich auch Träger des eigenthümlichen Geruches ist, den man an den lebenden Würmern oft stark ausgeprägt findet. Mir ist es nicht unwahrscheinlich, dass sämtliche Zellen dieser Strecke des Ganges als einzellige Drüsen funktionieren können. Flaschenförmige Auftreibungen der Zellen, wie sie bei den Epithelzellen der Körperdecke erscheinen, habe ich hier nicht beobachtet. Fehlten die Sekretmassen, so erschienen die stabförmigen Strecken der Zellen gleichmäßig hell, ohne besondere Strukturirung, mit Ausnahme der oben erwähnten Längsstrichelung des Endabschnittes. Da, wo der Kern in der Zelle liegt, treibt er deren Leib durch seine Dicke bauchig und meist nur nach einer Fläche hin vor. Dann erscheinen an der nicht vorgewölbten Fläche nicht selten eine oder zwei scharf ausgeprägte Kanten, von denen die eine oder andere auch wohl über den Kernbezirk hinaus auf den stäbchenförmigen Zelleib sich fortsetzt. — Über den Kern

hinaus hin wird der Zelleib rasch dünner, als er im stabförmigen Abschnitt ist, und strangförmig, und löst sich dann, bald unmittelbar hinter dem Kern, bald in einem größeren Abstand von ihm in dünne lange Fasern auf. Diese sind, so weit sich darüber mit Sicherheit urtheilen lässt, drehrund und laufen, ohne sich zu theilen oder zu verzweigen, gleichmäßig dick so lang als die pränuclare Strecke des Zelleibes, auch wohl noch länger. In meinen Macerationspräparaten fahren diese Fasern oft dicht hinter dem Kern weit aus einander, in anderen Fällen liegen sie eine Strecke weit dicht an einander; ich habe auch gesehen, dass die Fasern über eine große Strecke hin strangförmig vereinigt waren, innerhalb dieser aber aus einander wichen, wie die Fäden eines in seinem Verlaufe aufgedrehten Strickes. Nach den Bildern, welche Schnittpräparate geben, scheint mir der getrennte Verlauf der Fasern das Normale zu sein. An die in der Kernregion auftretende Kante des Zelleibes schließt sich oft sehr deutlich ein einzelner der fadenförmigen Ausläufer an.

Der Kern ist in allen diesen Zellen sehr gleichförmig gebaut, dicker als der Zelleib, der durch ihn aufgetrieben wird, eiförmig; bei Behandlung mit Hämatoxylin und auch Karmin zeigt seine Substanz ein dunkler gefärbtes Gerüst, welches aus Körnern oder kurzen Fäden ohne auffallende Continuität besteht.

Diese Schilderung der Zellen lässt sich im Allgemeinen auf alle Zellen des Eingangrohres in Anwendung bringen; nur schwinden, je näher der Endblase um so mehr die dunklen Körner an dem stäbchenförmigen Endabschnitte und die bei Hämatoxylinfärbung hervortretenden Sekretmassen. Auf jener Endstrecke des Ganges, wo auf der Oberfläche der Cuticula Flimmerhaare stehen, die ja jedenfalls zu den unter ihr gelegenen Zellen gehören, setzen sich diese in auffälliger Weise von den Zellen der Nachbarstrecken dadurch ab, dass sie bei Hämatoxylinfärbung keinerlei Einlagerung von Sekretballen im Leibe zeigen, sondern gleichmäßig hell bleiben; offenbar sind die Zellen, welche Flimmerung ausführen, nicht gleichzeitig ausscheidende Zellen.

Die Zellen, welche auf der inneren Oberfläche der Blasenwand stehen, gehen unmittelbar aus dem Epithel des Blasenhalses hervor, haben aber dann gewisse Abweichungen von diesen. Im lebenden Thiere oder im lebensfrischen herauspräparirten Organ zeigt sich auf dem optischen Querschnitt durch dieses Epithel eine ringsum gehende Zone von diffuser gelblicher Färbung, welche in kleinem Abstände von der cuticula-bedeckten inneren Oberfläche liegt (Fig. 17). Bei stärkerer Vergrößerung erscheint diese gelblich gefärbte Zone feinkörnig und erweist sich als ein äußerst feines körniges gelbes Pigment, das in

solcher Beschränkung auf die Zellen vertheilt ist. — Präparate, welche mit Hämatoxylin gefärbt sind, zeigen, dass die drüsige Thätigkeit des äußeren Epithels auch den Zellen in der Blasenwand zukommt; denn über die ganze Fläche der Blase vertheilt finden sich zerstreut die gleichen von Hämatoxylin tief gefärbten Sekretballen innerhalb der Epithelschicht und nur ihre geringere Größe und ihre spärlichere Vertheilung giebt einen Unterschied gegenüber den äußeren Strecken.

Palissadenartig dicht gedrängt stehen die Zellen radiär zur inneren Oberfläche der Blase, gleichmäßig dicht bis auf einen kleinen Bezirk an jener Stelle, wo die Blase gegen das Endstück des Halses winklig gebogen ist. Hier stehen, nach den Bildern, welche die Querschnitte gewähren, die einzelnen Zellen dichter an einander gedrängt, oder genauer gesagt, der Abstand zwischen den einzelnen Kernen, welche ja über die Stellung der Zellen hier Auskunft geben, ist ein viel geringerer als an den übrigen Theilen der Blasenwand, ein Unterschied, der auch auf eine Verschmälerung der Zelleiber dieser Stelle zurückgehen kann.

Schnitte, welche durch die Blasenwand in der Richtung des größten Durchmessers der Zellen gelegt sind, geben an Präparaten, bei deren Härtung Chrom-Essigsäure verwendet, und die mit GRENACHER'S Karmin gefärbt sind, ein Bild, welches ich wohl auch bei Hämatoxylinfärbung, wenn auch weniger gut, sonst aber nicht gefunden habe. Bei Anwendung starker Vergrößerung machen sich in Abständen, welche der Breite mehrerer Zellen entsprechen, zwischen den Zelleibern etwas tiefer gefärbte Fäden bemerkbar, welche, etwa von der Region der Kerne ab, parallel mit den Zellen radiär zur inneren Oberfläche der Blase laufen; oft gerade gestreckt, bisweilen aber auch wellig geschlängelt; sie traten besonders deutlich hervor, wenn Linsen mit homogener Immersion und volle Kondensorbeleuchtung verwendet wurden, welche die Farbenunterschiede scharf unterscheiden ließen. Die Linien waren bei völlig reinen Querschnitten bis an die untere Fläche der Cuticula deutlich zu verfolgen, und endeten hier scharf. Verführerische Trugbilder gewährten Schrägschnitte durch die Cuticula oder Stellen, an denen die Cuticula als feinstes Lättchen abgelöst am Schnitttrande hing; dann schienen diese fadenförmigen Linien sich über die Cuticula hinaus als feine kurze Stäbchen frei in den Blasenraum hinein zu erstrecken: alle solche Bilder, welche als Sinneshärchen hätten gedeutet werden können, erwiesen sich aber bei genauer Untersuchung als Trugbilder. Ich habe keinerlei Endhärchen oder Stäbchen auf der inneren Oberfläche der Cuticula gesehen. — Verfolgt man diese fadenförmigen Linien gegen die Region der Kerne

hin, so führt in günstigen Fällen eine Linie bis auf einen unter ihr liegenden Kern, der dann aber schmal ist, weil er in Kantenstellung erscheint. Danach deute ich diese Linien als die nachher noch zu erwähnenden Kanten einzelner Zellen. — An hinlänglich feinen Schnitten durch das Gehörorgan treten die Fasern, in welche die Basalenden der Zellen auslaufen, deutlich hervor, sind auch hier und da in ihrer Kontinuität zu verfolgen, wie sie in das Fasergewirre der Nervenschicht eindringen und radiär gegen die äußere Umhüllungsmembran ziehen. Es ist aber unmöglich, an solchen Präparaten irgend einen sicheren Aufschluss über das gesammte Verhalten dieser Fasern zu erhalten.

Die Isolirung der Epithelschicht mit dem Macerationsverfahren löst diese nicht nur von der Cuticula ab, sondern führt auch leicht zu einer Trennung der hinter dem Epithel gelagerten Nervenschicht von diesem. Die auf solche Weise vereinzelt Zellen haben im Allgemeinen den Habitus des Epithels aus dem Halse des Organs, nur sind sie durchgehend schmaler als dessen Zellen, zumal als jene, welche in der Höhe der Eingangsmündung stehen. Die äußerste an die Cuticula grenzende Endstrecke des stäbchenförmigen Zelleibes ist hell und zeigt abgelöst von der Cuticula die feine Zähnelung und Längsstreifung, welche von den Zellen aus dem Blasenhalse beschrieben sind. Es folgt auf diese Strecke gegen den Kern hin, doch immer von diesem erheblich abgehend jener Bezirk, welcher in der Gesammtheit der Zellen als ein gelblich gefärbter Gürtel erscheint; hier liegt im Zelleibe ein äußerst feinkörniges, schwer zu erhaltendes gelbliches Pigment, welches die erwähnte Färbung hervorruft. Ob dieser feinkörnige Farbstoff in Chromsäure gelöst wird, kann ich nicht mit Sicherheit behaupten. In vielen der in Balsam eingeschlossenen Präparate sind die feinen Körnchen erhalten, ihre gelbliche Färbung ist aber verschwunden. — Die Stabform des der inneren Oberfläche der Blase zugewendeten Zellabschnittes, und die Kantenbildung an diesem tritt deutlich hervor. Unter den isolirten Zellen trifft man dann auch solche, welche plattenartig ausgebreitet und dabei hautartig verdünnt sind; hier ist dann die Kantenbildung scharf ausgeprägt, in so fern als die Fasern von den beiden Längsrändern des plattenförmigen Zelleibes ausgehen, der wie an der abgebildeten Zelle (Fig. 20 c) schwimnhautartig zwischen den Ausgangspunkten der Fasern ausgespannt erscheint. Der Kern liegt bei solchen Zellen zum Theil wenigstens im Bereich der hautartigen Strecke. Die basalen Fasern, in welche unterhalb des Kernes der Zelleib übergeht, verhalten sich im Allgemeinen wie jene der vorhin beschriebenen Zellen; über ihr Verhalten zur Nervenschicht handle ich nachher. — Der Zellkern zeigt keine Abweichung von der allge-

meinen oben erwähnten Bildung, er ist eiförmig abgeplattet mit feinem körnig aussehenden Chromatingerüst.

Vereinige ich das Bild der Querschnitte durch die Blasenwand mit dem der isolirten Zellen, so möchte ich daraus die Anschauung ableiten, dass die fadenartigen, etwas dunkler gefärbten Linien, welche von der Kernregion ab gegen die Cuticula ziehen, nichts Anderes als die Bilder von Kanten solcher Zellen sind, welche senkrecht zur Bildebene stehen. Für selbständige Fasern sie zu halten, verbietet mir der Umstand, dass ich solche zwischen den stabförmigen Enden der Epithelzellen bei den Macerationspräparaten nie gesehen habe. Wenn nun im Epithel nicht einzelne Zellen besonders durch Abplattung und Kantenbildung vor den übrigen ausgezeichnet sind und dadurch Veranlassung zu dem beschriebenen Verhalten geben, so müssen die stäbchenförmigen Strecken der Zellen gruppenweise in verschiedenen Ebenen stehen, so dass die einen winklig zu den anderen gestellt sind. Querschnitte durch die Zellschicht haben mir darüber keinen Aufschluss gegeben, da die Zelleiber sich hier in meinen Präparaten nicht scharf genug von einander absetzten.

Das nach außen von der Epithelschicht gelegene Fasergewebe habe ich als Nervenschicht bezeichnet und zwar aus dem Grunde, weil es in seinem Aussehen völlig dem Gewebe gleicht, welches sich auf den gleichen Präparaten in den Schenkeln des Schlundringes findet, und weil es mit diesem unmittelbar zusammenhängt. Dieser Zusammenhang findet durch einen kurzen Stamm statt, der vom Schlundringeschenkel sich abzweigt, und am medianen Umfang der Endstrecke des Blasenhalbes dessen äußere Membran durchbricht und hier im Zusammenhang mit dem Fasergewebe steht, welches den Endabschnitt des Halses und die ganze Blase umhüllt. — Das Gewebe erscheint als ein dichtes Fasergewirre, in welches Kerne eingelagert sind. Diese Kerne sind meist oval, doch habe ich auch Bilder gehabt, in welchen es schien, als seien sie eckig ausgezogen und verlängerten sich in Fasern. Eine Entscheidung, ob dieses Bild etwa durch umgebende Plasmapartikelchen erzeugt sei, war schwer zu machen, da die Kerne in der Regel ganz gleichmäßig gefärbt waren. Dadurch unterscheiden sich diese Kerne von den Kernen des Bindegewebes, welches zwischen den Muskeln, an der Darmwand und an den Gefäßen liegt; dessen ebenfalls ovale Kerne sind etwas größer und in gefärbten Präparaten heller, da nur ein Gerüst von Körnern in ihnen gefärbt ist. — Die Fasermasse stimmt im Ansehen völlig mit dem Fasergewebe des Nervensystems überein, nur treten in sie hinein auch die Fasern, welche die basalen Ausläufer der Epithelzellen sind, und welche zumeist radiär gegen die

äußere Umhüllungshaut der Blase ziehen. An isolirten Theilen des Gewebes, wie man sie bei Macerationspräparaten erhält, erscheint das Fasergewirre nicht als ein Flechtwerk, sondern vielmehr als netzförmig in engen Maschen verstrickt. Die kleinen Maschenräume sind bei allen meinen Präparaten gleichmäßig hell. Eingebettet in dieses Maschenwerk liegen die beschriebenen Kerne; so weit ich entscheiden konnte, liegen sie nicht frei in den Maschen des Netzwerkes, sondern hängen mit den umgebenden Fasern unmittelbar zusammen, entweder so dass sie einer Faser unmittelbar angeschmiegt sind, oder so dass ein oder einige fadenförmige Ausläufer von der Kernoberfläche abgehen und sich mit dem Fasergeflecht verbinden. — Es musste sich die Frage aufdrängen, ob die Ausläufer der Epithelzellen dieses Fasernetz der Nervenschicht nur durchziehen, oder ob die Fasern des einen und anderen Gewebes zusammenhängen. An Schnittpräparaten war darüber irgend welche sichere Auskunft nicht zu erlangen; man sieht hier oft auf längere Strecken die epithelialen Ausläufer das Netzwerk radiär gegen die äußere Oberfläche durchziehen, ob dabei nicht aber an sie Fasern des Netzes sich anschließen, ist nicht zu entscheiden. Bei Macerationen löst sich die größere Anzahl der epithelialen Fasern aus dem Netzwerk in solcher Weise ab, dass bei ihrem gestreckten Verlauf nicht anzunehmen ist, sie hätten Theilstücke des Netzes aufgenommen, und das spricht für den isolirten Verlauf dieser Fasern, welche danach als Stützfäsern der Epithelien erscheinen würden. Dagegen habe ich auch solche Vorkommnisse, allerdings nur selten, beobachtet, dass ein Kern des Fasernetzes mit dem Ausläufer einer Epithelzelle zusammenhing, und zwar durch kurze von ihm ausgehende Fäden. Auffallender Weise hing dieser Kern mit einem solchen Basalfaden der Epithelzelle zusammen, welcher in deren zugeschärfte Randkante überging (Fig. 20 *d*). Sollte das die alleinige Verbindung zwischen Epithelzellen und dem nervösen Fasernetze sein, so ist es erklärlich, dass sie nur selten beobachtet wird, da die Anzahl der Kerne des Fasernetzes weit kleiner als die auf gleichem Querschnitt gelegene Zahl der Epithelkerne ist, mithin der Unterschied in der Zahl von Epithelausläufern und Kernen des Fasernetzes ein noch weit größerer.

Die Frage, welche sich hier vor Allem aufdrängt, ist die, ob die beschriebenen Fasernetze und ihre Kerne Nervenfibrillen und Nervenkerne vorstellen, oder ob sie nicht etwa nur einem Stütz- und Hüllgewebe angehören, in dessen Maschen die eigentlich leitende nervöse Substanz verborgen sei. Ich hatte gehofft durch Behandlung mit Methylblau hier eine Entscheidung zu erhalten, bin aber dabei zu keinem Ergebnis gekommen. So kann ich endgültig meine Ansicht

nicht beweisen, dass das Fasernetz mit seinen Kernen aus Nerven-
fibrillen und Nervenkernen gebildet werde, und dass wenigstens ein
Theil der Epithelzellen mit diesem Nervennetz durch einen Ausläufer
in Verbindung steht, der an der Zellkante bis unter die Cuticula zu
verfolgen ist. Damit ist nicht gesagt, dass alle Epithelzellen mit ner-
vösen Fasern zusammenhängen und als Neuroepithelien anzusehen
sind. Für jene Zellen, welche sich durch den Besitz von Sekretmassen
als Drüsenzellen kennzeichnen, ist solche Verbindung nicht wahr-
scheinlich. Es ist ferner, wenn der Zusammenhang des Epithels mit der
Nervenschicht durch Fasern erfolgt, welche mit einem Kern oder Korn
zusammenhängen, die geringe Zahl dieser Kerne gegenüber den Epithel-
zellen ein Zeichen dafür, dass nur wenige der Epithelzellen mit dem
Nervenfaseretz zusammenhängen. — Dass die Verbindung der Epithel-
schicht mit dem Nervengewebe das Organ auf alle Fälle zu einem
Sinnesorgan ausgestaltet, dafür spricht der Umstand, dass im Laufe der
Schlundringschenkel kurz vor der Stelle, an welcher der Nerv zum
Gehörorgan abzweigt, eine Anhäufung von Ganglienzellen eingelagert
ist; und zieht man diese Zellen heran, so lässt sich für den Aufbau des
nervösen Endapparates ein Schema ableiten, wie es EISIG für die Nerv-
endigung der Capitelliden gegeben hat.

Die Membran, welche die äußere Oberfläche des Gehörorgans
nach außen abschließend bekleidet, ist eine feine strukturlose Haut,
welche sich gleichmäßig über den Hals wie über die Blase des Organs
ausdehnt. Ich vermute, dass überall auf ihr wo nicht alle, doch die
Mehrzahl der basalen Epithelausläufer fußen; räumlich wird sie in dem
Bereich, in welchen sich die Nervenschicht in die Wand des Gehör-
organs einschleibt, weiter von der Epithelschicht abgedrängt als in
dem nervenfreien Anfangtheil des Halses; der Zusammenhang der hier
augenfällig ist, wird durch die Dazwischenkunft der Nerven wohl
nicht aufgehoben. Die Haut könnte danach als eine Basalmembran be-
trachtet werden. Auf ihrer Außenfläche liegen in ungleichen Abständen
ovale, platte Kerne, die wohl bindegewebiger Natur sind.

Ich lasse hier einige Angaben über Größen der besprochenen Be-
standtheile folgen, und stelle zunächst Messungen an zwei ungleich
großen Würmern neben einander, deren Verhältnis aus dem Quer-
schnitt des Wurmkörpers auf der Höhe des Gehörorgans ersichtlich ist.

	Wurm 3,5 mm dick	Wurm 7 mm dick
Dicke der Blasenwand	0,062 mm	0,09 mm
Davon auf die Zellen bis zum hinteren Ende des Kernes	0,0375	0,045
Dicke der Faserschicht hinter den Kernen	0,025	0,045

	Wurm 3,5 mm dick	Wurm 7 mm dick
Pränucleare Strecke der Epithelzelle . . .	0,0425 mm	0,048 mm
Länge der Pigmentschicht	0,005	(undeutlich)
Dicke der Cuticula	kaum 0,004	kaum 0,004
Kerne lang	0,009	0,009
dick	0,0045	0,0045
breit	0,003	0,003

Eine isolirte Zelle aus der oberen Strecke des Halses mit deutlichen Pigmentkörnern war 0,408 mm lang und am oberen Ende 0,007 mm breit, weiter abwärts hatte eine Zelle mit nur noch feinen Pigmentkörnern bei annähernd gleicher Länge eine Breite von 0,007 mm; ihre pränuclare Strecke war 0,024 mm lang. Isolirte Zellen von der Blasenwand waren 0,444 mm lang, am oberen Ende nur 0,003 mm breit; ihre pränuclare Strecke war 0,024 mm lang; der 0,042 mm lange Kern verursachte eine Auftreibung des Zelleibes auf 0,006 mm.

Die Dicke der Cuticula im oberen Theile des Halses betrug 0,003 mm, und blieb so bis kurz vor der Einmündung in die Blase. — In einem Falle konnte ich die Länge der Flimmerhaare messen und bestimmte sie zu 0,006 mm, die Cuticula, auf welcher sie standen, war 0,003 mm dick. — Die Durchmesser der ovalen Kerne in der Faserschicht betragen 0,005 auf 0,0025 mm.

Der Inhalt der Gehörblase besteht aus Hartgebilden, »Otolithen«, welche in einer Flüssigkeit liegen und während des Lebens unter dem Mikroskope meist eine zitternde oder tanzende Bewegung zeigen.

Von der Beschaffenheit der Flüssigkeit, welche den Binnenraum der Blase prall erfüllt, kann ich nur wenig aussagen. An den auf welche Weise immer behandelten Präparaten habe ich nie Reste oder Spuren von ihr getroffen; daraus schließe ich, dass ihr irgend erhebliche Gerinnungsfähigkeit nicht zukommt. Im Leben betrachtet, sei es bei ganzen Thieren oder an herausgelösten Organen, zeigt sie bisweilen wohl eine schwach gelbliche oder grünliche Färbung; fließt sie unter Wasser aus der zerrissenen Blase aus, so scheint sie im ersten Augenblick wohl ein wenig dichter oder zähflüssiger als das hinzutretende Wasser zu sein, mischt sich aber rasch mit diesem und ist dann nicht mehr zu erkennen.

Die »Otolithen« sind von außen her aufgenommene, ringsum mit einer Schicht organischer Substanz überzogene Fremdkörper, die in allen meinen Beobachtungen aus Kiesel bestanden (Fig. 48, 49). Zu diesem Ergebnis haben mich nach längeren Untersuchungen zufällige glückliche Funde geführt. Mit den mannigfachsten Reagentien, Säuren

oder Alkalien, behandelt, zeigten die Otolithen keine oder sehr geringfügige Veränderungen; über der Weingeistflamme, auf dem Deckglas, erhitzt, verkohlten sie ganz augenscheinlich, ließen beim stärkeren Erhitzen und bis zum Schmelzen des Glases aber stets einen unverändert bleibenden Rückstand, der nicht viel von dem früheren Aussehen abwich. Das deutete auf eine Mineralsubstanz. Kalk war bei der Widerstandsfähigkeit gegen Säuren ausgeschlossen. Andererseits nahmen die Körper bei der Behandlung mit Farbstoffen, wie Karminpräparaten, Hämatoxylin und Methylgrün eine ausgesprochene Färbung an, wie sie nur organischen Stoffen eigen ist.

Die Lösung des Räthselns war gegeben, als ich einmal unter den wie gewöhnlich gestalteten Otolithen eine Diatomeenschale fand, deren charakteristische Form und Skulptur keinen Zweifel über ihre Natur und Herkunft aufkommen ließ. Diesem Funde schloss sich dann die Beobachtung kleiner Bruchstücke von Kieselnadeln aus Spongien an, welche durch den Centrankanal unverkennbar waren. Fanden solche Gebilde ihren Weg in den Binnenraum der Blase, so war auch für alle anderen »Otolithen« die Deutung gegeben, dass es Sandkörner seien, welche von außen aufgenommen und im Inneren der Blase mit einem schichtweise aufgelagerten Überzug einer organischen Substanz bekleidet seien. Diese färbt sich in der angegebenen Weise, sie ist es, welche beim Erhitzen die Vorgänge des Verbrennens und Verkohlens zeigt; an ihr entstehen unter der Einwirkung der Reagentien die wahrzunehmenden geringfügigen Veränderungen. Von Allem diesen bleibt der aus einem Sandkörnchen bestehende Kern des »Otolithen« unberührt. Ich habe dann unter dem Mikroskop die feinsten Sandkörnchen von jenen Orten, von denen ich die untersuchten Würmer erhalten hatte, betrachtet und ganz gleiche Bilder von ihnen erhalten, wie die, welche die Kerne der Otolithen zeigten.

Daraus erhellt, dass das Aussehen der »Otolithen« ein mannigfaltiges sein kann. Immerhin ist aber unverkennbar, dass die Mehrzahl der in einer Blase vorhandenen Gehörsteine an Größe nicht viel von einander unterschieden ist, und dass die meisten von ihnen, von Kanten, Ecken und Rauigkeiten abgesehen, annähernd äquidiametrisch sind; vereinzelt kommen allerdings auch cylindrische und birnförmige Steine vor. — Der auf den kieseligen Kern gelegte Überzug tritt schärfer als an den frischen Objekten, mag man ihn gefärbt haben oder nicht, nach der Behandlung mit Glycerin oder auch an Präparaten heraus, welche in Balsam eingeschlossen sind. Dieser Mantel gleicht, wenn auch nicht ganz, die Unebenheiten des Sandkorns aus, glättet die Oberfläche und rundet ab. Seine Dicke ist sehr wechselnd, offenbar im

Verhältnis zur Zeit, in welcher der Stein sich in der Blase befindet. Danach sind vereinzelt Otolithen, bei welchen solch ein Überzug sehr dünn ist oder ganz fehlt, erst kurze Zeit vor der Untersuchung des Thieres in die Blase aufgenommen. Bei einiger Mächtigkeit ist eine Schichtung in der Substanz deutlich zu erkennen.

Aus meinen Messungen der »Otolithen« mögen folgende Beispiele genügen, die aus dem Inhalt einer Blase genommen sind. Ein sehr unregelmäßig höckeriger Gehörstein war 0,047 mm lang und 0,015 mm breit, seine Hülle ganz schwach; ein kleiner annähernd kugeliges Stein hatte 0,02 mm im Durchmesser, davon entfielen 0,01 mm auf den Stein, 0,005 mm auf die Dicke der Hüllschicht; ein birnförmiger Stein von 0,04 mm Länge und 0,0052 mm größter Breite hatte eine 0,0025 mm dicke Hülle; schließlich hatte ein stabförmiger Stein von 0,057 mm Länge und 0,015 mm Breite eine Hülle von 0,0025 mm Dicke.

Die Zahl der in einer Blase vorhandenen Steine ist sehr ungleich, und eben so augenscheinlich ihre Gesamtmasse. In zwei annähernd gleich großen Blasen, von denen die eine unter dem Deckglas eingeschlossen kreisförmig erschien mit einem Quermesser von 0,15 mm, während die andere in gleicher Lage 0,16 auf 0,19 mm maß, fanden sich in der ersten 41, in der anderen 53 Steine. Andererseits zählte ich in Blasen, die wenig an Größe von den eben erwähnten abzuweichen schienen, einmal 74, das andere Mal 38 Otolithen.

Über die Lagerung der Gehörsteine in der Blase ist eine zutreffende Entscheidung wohl nur dann zu geben, wenn es gelingt, am lebenden Thiere ohne zu große Abplattung den Binnenraum der Blase zu übersehen. Auf allen Schnittpräparaten sind die Steine durch die Messerklinge aus der normalen Lage gebracht, und in den aus dem Wurmkörper herausgelösten Organen ist durch die Präparation die natürliche Lage wohl immer gestört. Wo ich die Otolithen im lebenden Thiere mir ohne zu großen Druck vorführen konnte, lagen sie meistens in einem Haufen vereinigt zusammen, nicht selten so, als seien sie etwas mit einander verkittet, einzelne aber auch dann locker und frei daneben. In anderen Fällen waren die Steine wohl gehäuft zusammen, doch nicht fester unter einander vereinigt. Die Fälle aber, in welchen ich die Steine ganz aus einander getrieben sah, oder in denen sie, was nicht selten beobachtet wird, in Form einer Sichel oder eines Ringes angeordnet und dann unbeweglich lagen, führten wohl alle Folgezustände des Druckes vor.

Im lebenden Thiere beobachtet man wohl immer, wenn auch ungleich stark, eine zitternde und tanzende Bewegung der Otolithen; und zwar findet eine solche sich an dem ganzen Haufen, wie

an einzelnen Steinen. Diese Bewegung ist auch in den herauspräparirten Organen noch eine Zeit lang wahrzunehmen. Bisweilen allerdings sah ich alle oder einen großen Theil der Steinchen ganz unbeweglich liegen. Ich möchte aber vermuthen, dass diese Ruhe, falls sie nicht Ausdruck des Todes, die Folge eines Druckes war, durch den die Steine festgezwängt und in Ruhe gehalten wurden. Die Stellung der Steine zur Blasenwand wird nach der jeweiligen Lage des Wurmkörpers unter dem Einfluss der Schwerkraft wechseln, da sie offenbar frei beweglich in der Flüssigkeit der Blase liegen.

Über die Entstehung des Blaseninhaltes kann wohl kein Zweifel sein. Die gefärbte Flüssigkeit, welche die Blase prall erfüllt, ist gewiss ein aus den drüsigen Epithelzellen stammendes Sekret, vielleicht gemischt mit von außen aufgenommenem Seewasser. Auf die gleiche Quelle secernirender einzelliger Drüsen führe ich die Schicht zurück, welche die in der Blase befindlichen Fremdkörper bekleidet und glättet, und damit zu Otolithen ausgestaltet. Über die Art und Weise, womit Sandkörner in die Blase aufgenommen werden, habe ich keine Beobachtung gewinnen können. Es ist ja denkbar, dass sie bei den Wühlbewegungen, mit welchen der Wurm seine Wohnsitze im sandigen Grunde aufschlägt und bei denen das stärkere Vorderende vorangeht, mechanisch von außen in den nach außen trichterförmig geweiteten dehnbaren Halstheil hineingepresst werden; wiewohl die Anordnung der Muskeln, welche auf der Blasenkupe inseriren, auch die Vorstellung zulassen, dass durch ihre Zusammenziehung das ganze Organ nach außen gepresst, die Eingangsöffnung erweitert und damit ein Sandkorn ergriffen werde. Die Beförderung eines einmal aufgenommenen Fremdkörpers durch den Hals hindurch in die Blase erfolgt gewiss rasch, da sich daraus erklären wird, dass ich niemals innerhalb des Ganges einen Fremdkörper getroffen habe.

Die Bewegung, in welcher die Hörsteine gefunden werden, wird unzweifelhaft durch die Bewegung hervorgerufen, in welche die Flimmerhaare in der Endstrecke des Halses die benachbarte Flüssigkeit versetzen. Die ganze Art der Bewegung ist eine solche, wie sie von wimpernden Zellen erzeugt wird und jeder Beobachter, der sie sieht, wird sich nach der Flimmerung auf der Blasenwand umsehen, aber vergebens, da diese im Endtheile des Blasenhalbes versteckt liegt.

Werden die Otolithen auch nach außen entleert? Ich kann die Frage nicht beantworten. Es wird nöthig sein, dazu das Verhalten der Thiere zu allen Jahreszeiten kennen zu lernen, insbesondere auch festzustellen, ob sie etwa in einer Häutung, mag sie periodisch oder in ungleichmäßiger Weise eintreten, zusammenhängende Strecken der

Cuticula abwerfen. Mit einem solchen Vorgänge wäre auch eine Häutung des Gehörorgans und eine Erneuerung seines Inhaltes wohl denkbar.

Über die Entwicklung des Gehörorgans bin ich vergebens bemüht gewesen Aufschluss zu erhalten. Bekanntlich hat MAX SCHULTZE¹ die Entwicklung der *Arenicola piscatorum* untersucht und beschrieben. Nach seinen Angaben habe ich zu Ende März 1887 in Norderney am Ebbestrande des Wattes in großer Menge die sehr kenntlichen Laichmassen wiedergefunden, welche M. SCHULTZE vom Ebbestrande bei Neuwerk als die Eierballen von *Arenicola* beschrieben hat. Ich weiche darin von M. SCHULTZE ab, dass ich diese Laichkugeln durchaus nicht immer neben den Eingangsöffnungen der Röhren von *Arenicola* gefunden habe, sondern auch auf Strecken, in denen die Spuren der Thätigkeit des Wurmes fehlten. Ich beobachtete die Entwicklung der Eier zu Larven theils in Norderney, theils an mitgebrachtem Material in Göttingen; es gelang aber weder dort noch hier die jungen Thiere so weit heranzuziehen, dass sie sicher als die Jungen von *Arenicola* anzusprechen waren. Die Larven wurden größer noch als die von M. SCHULTZE beschriebenen, mit denen sie sonst übereinstimmten, gingen aber, wohl aus Mangel an geeigneter Nahrung, bald ein. M. SCHULTZE meint an diesen jungen Thieren die Anlagen des Gehörorgans in Gestalt von zwei Blasen in der Kopfregion gesehen zu haben. Ich weiß nicht, was für eine Bildung ihm dabei vorgelegen hat. An gleich weit entwickelten Larven habe ich vergeblich nach diesen Gebilden gesucht und zwar sowohl an den lebenden Thieren wie an Schnittserien durch die ganzen Thiere.

Es ist mir aber überhaupt später zweifelhaft geworden, ob die von M. SCHULTZE und mir untersuchten Laichkugeln und die daraus auschlüpfenden Larven der *Arenicola* angehören. Meine Zweifel beruhen darauf, dass die *Arenicola* der Nordsee im September bereits von Geschlechtsprodukten strotzen, welche reif oder nahezu reif sind. Ich bezweifle, dass diese erst im März abgelegt werden sollten, sondern möchte einen früheren Zeitpunkt der Eiablage annehmen. Dazu bestimmt mich andererseits die Erfahrung, dass auf Helgoland in der Mitte Mai die kleinsten dann zu findenden *Arenicola* bereits fast 3 cm lang und etwa 4,5 mm dick sind, und ich möchte diese Thiere als Erzeugnisse der letzten Brutperiode ansehen. Die kleinsten im August auf Helgoland gefundenen Würmer dieser Art sind bereits etwas über 3 cm lang, und etwa 3 mm dick; diese möchte ich in Zusammenhang bringen mit Würmern, welche Mitte Januar gesammelt waren, und die etwa 7 cm

¹ M. SCHULTZE, Über die Entwicklung von *Arenicola piscatorum*. Halle 1856. 40.

lang und 6,5 mm dick waren und noch keine Geschlechtsprodukte besaßen. Diesen Wachstumsverhältnissen gegenüber ist es sehr unwahrscheinlich, dass Ende März ausschlüpfende Würmer bis Mitte Mai zu einer Länge von 3 cm heranwachsen sollten. Diese beiden Erwägungen lassen mich vermuthen, dass *Arenicola* früher als im März laicht und dass die von M. SCHULTZE als die Eihaufen dieses Wurmes in Anspruch genommenen Laichkugeln nicht von ihm abstammen.

Die jüngsten von mir untersuchten nicht ganz 3 cm langen *Arenicolen* besitzen die Gehörorgane im Allgemeinen schon in solcher Weise gestaltet, wie die Erwachsenen, nur in allen Beziehungen kleiner. Nur ein Unterschied ist mir als ein erheblicher aufgefallen: am Endabschnitt des Halses und an der Blase ist die Schicht des Nervengewebes nur spärlich entwickelt, in viel geringerem Verhältnis zur Epithelschicht als das bei den ausgewachsenen Thieren der Fall ist. Ich fand bei diesen jüngsten Thieren an Querschnitten durch die 0,1098 mm im Quermesser haltende Blase die Wanddicke = 0,017 mm, und davon kam 0,0072 mm auf das nervöse Netz, während in der 0,088 mm dicken Wand einer 0,29 mm im Quermesser haltenden Blase an gleicher Stelle die Nervenschicht 0,049 mm stark war. Danach nimmt die Nerven-ausbreitung an der Blasenwand mit dem Alter des Thieres erheblich zu, denn sie ist in den jungen Thieren schwächer, in den alten Thieren stärker als die vor ihr liegende Epithelstrecke. Mit dieser Erscheinung hat man zu rechnen wenn man die Bildung der Gehörorgane anderer Würmer zum Vergleich heranzieht.

Aus den Angaben, welche frühere Schriftsteller über das Gehörorgan der *Arenicola marina* (L.) gemacht haben, möchte ich Einiges hervorheben, theils um den Arbeiten meiner Vorgänger gerecht zu werden, theils um die unter den verschiedenen Mittheilungen bestehenden Widersprüche zu schlichten. Der Zusammenhang zwischen der äußeren Haut und der Otolithen führenden Blase, die seit den ersten Angaben von GRUBE die späteren oben erwähnten Zoologen alle gesehen hatten, ist zuerst und allein von G. MEISSNER beschrieben: das Gehörbläschen stehe durch einen Kanal, der wie ein Stiel an dem rundlichen Bläschen als Beere sitze und auf der Hautoberfläche ausmünde, wie durch einen Gehörgang mit der Außenwelt in Kommunikation. Die Angabe ist von allen späteren Bearbeitern unberücksichtigt geblieben; COSMOVICI spricht, ohne die Angabe MEISSNER's zu erwähnen, allerdings von einem Stiel der Otocyste und scheint die Einmündung des Halses in die Blase gesehen zu haben, wie ähnlich schon STANNIUS und METTENHEIMER,; allein was er als Stiel beschreibt, deckt sich nicht mit dem von

MEISSNER erwähnten, nach außen führenden Blasenhalse, da dieser Stiel mit den Bestandtheilen des Nervenschlundringes verschmelzen soll; dass aber COSMOVICI die *Arenicola marina* (L.) vor sich gehabt hat, schließe ich aus der Abbildung, welche er von den Gehörsteinen giebt. — Die Otolithen sind schon von STANNIUS gesehen und kenntlich dargestellt; ihre wahre Natur als Fremdkörper, die von einem Drüsensekret wie von einer mehrfach erwähnten und abgebildeten Rinde bekleidet werden, blieb unbekannt. METTENHEIMER, der auf Norderney sicher nichts Anderes als *Arenicola marina* (L.) untersuchte, und deren Otolithen gut abgebildet hat, bezeichnet sie als Kalkkonkretionen. Es ist diese mit allen meinen Erfahrungen in Widerspruch stehende Angabe nicht völlig abzuweisen, da es denkbar ist, dass an geeigneten Orten in die Gehörblase kleine Kalkkörperchen aufgenommen werden, beispielsweise da, wo dem Sande vielfach Detritus zertrümmerter Molluskenschalen beigemischt ist.

Die Bewegung der Otolithen ist wohl zuerst von QUATREFAGES hervorgehoben, und es verdient bemerkt zu werden, dass er diese Bewegung als Molekularbewegung auffasst, und angiebt auf der inneren Oberfläche der Blasenwand keine Cilien gesehen zu haben. METTENHEIMER bestätigt diesen negativen Befund. Im Gegensatz dazu lässt COSMOVICI die Innenfläche der Otocyste im ganzen Umfange von einem Flimmerepithel ausgekleidet sein und zeichnet in seiner Abbildung der Gehörblase einen zusammenhängenden Besatz von Cilien von einer solchen Länge, dass es unverständlich bleibt, wie solche Flimmerhaare allen anderen Autoren haben entgehen können. Die Annahme dürfte nicht fehl gehen, dass diese Flimmerhaare nur in der Einbildung des Autors bestehen, der unter dem Eindruck der Bewegung, welche er an den Gehörsteinchen sah, als deren Erzeuger sich Flimmerhaare vorspiegelte.

Die bisherigen Angaben über den histologischen Bau des Gehörorgans dieser Art sind so unvollkommen, dass ich sie nicht zu diskutieren brauche. Der Zusammenhang des Organs mit dem Nervensystem ist von keinem Autor klar erkannt; die älteren Beschreibungen verwechseln meist die an die Blase hinantretenden Muskelbänder und Fasern mit Nerven.

Arenicola Claparedii (Lev.).

(Taf. XIII, Fig. 24—29.)

Bei der *Arenicola Claparedii* ist ein Gehörorgan von der Gestalt, wie es sich bei *Arenicola* findet, nicht vorhanden; an seiner Stelle liegt eine Bildung, welche ohne Zweifel darauf zurückzuführen ist.

Das vordere Bild der Körperstrecke der *Arenicola Claparedii* weicht nur wenig von jenem bei *Arenicola marina* ab, so dass ich mich darauf beschränken darf, die Besonderheiten hervorzuheben. Am Kopf-lappen (Fig. 21, 22), welcher selten so weit wie bei *Arenicola marina* eingezogen ist, sind die beiden Seitentheile zu kegelförmigen nach vorn, oben und besonders seitlich vorragenden Fortsätzen ausgezogen, zwischen denen das mittlere Polster erheblich zurücktritt, und nur auf dem vorderen unteren Theile des Kopfklappens als schmale die Basen der Seitenklappen verbindende Strecke erscheint. — Die Außenfläche des Buccalsegmentes ist in gleicher Weise wie bei *Arenicola marina* von warzigen Höckern, die auf ringförmigen Reihen stehen, bedeckt; in der ventralen Mittellinie tritt hier vom nächstfolgenden Segment die Medianfurchung hinüber, welche die Lage des Bauchmarkes kennzeichnet, durchschneidet den letzten Ringel des Buccalsegmentes und gabelt sich dann in zwei am Seitenumfang des Segmentes zum Kopfklappen hinaufziehende Furchen, welche Schenkel des Winkels bilden, der das dreieckige metastomiale Feld wie bei *Arenicola marina* umschließt.

Diese beiden Furchen kennzeichnen auch hier die Lage der Schenkel des Schlundringes, und wie bei *Arenicola marina* dorsal und medianwärts von den vorderen Enden dieser Furchen als eine umschriebene schmale Grube der Eingang zum Gehörorgan liegt, so befindet sich an gleicher Stelle bei dieser Art eine schmale fast lineare, wie der Abschnitt einer unvollständigen Ringfurchung erscheinende Einsenkung, welche etwa auf der Höhe der Seitentheile des Kopfklappens jederseits gegen die dorsale Mittellinie zieht, aber ohne diese zu erreichen, erlischt. Diese Furchung entspricht nicht nur in ihrer Lage der Eingangsöffnung zum Gehörorgan der *Arenicola marina*.

Öffnet man das Buccalsegment durch einen Längsschnitt neben der ventralen Mittellinie, und breitet, während die querdurchschnittene und von ihren Dissepimenten abgelöste vordere Darmstrecke nach vorn aus der Körperhöhle herausgeschlagen wird, die Körperwandung flach aus, was am vorteilhaftesten auch hier an einem Wurm mit aufgeblähtem Vorderende geschieht, so bietet diese ein Bild, welches von dem bei *Arenicola marina* in gleicher Weise gewonnenen in einem Punkte erheblich abweicht (Fig. 29). Neben dem in der dorsalen Mittellinie liegenden, von der Muskulatur bedeckten Gehirn läuft jederseits mit einem nach vorn konkaven Bogen eine scharf vorspringende Falte gegen die ventrale Fläche hin verstreichend. Auf sie legt sich eine Muskulatur, die sich von der Längsmuskulatur des seitlichen Umfanges der Körperwand ablöst und medianwärts gewendet der Länge nach über diese Falte hinweg auf die untere Fläche des Hirnes zieht. Diese Mus-

kelschicht entspricht völlig jener, welche bei *Arenicola marina* von der Körperwand zur Unterfläche des Gehirns zieht, hier aber zum Theil durch das einspringende Gehörorgan unterbrochen wird. Von einer derartigen Unterbrechung der Muskulatur ist hier nicht die Rede, so wenig wie auf der inneren Körperoberfläche eine ohne Weiteres als Gehörorgan zu deutende Bildung hervortritt.

Schnittserien bringen hier eine Einsicht in die Verhältnisse und deren Übereinstimmung (Fig. 23—28). Die auf der Außenfläche des Körpers an der Stelle gelegene Spaltöffnung, wo sich bei *Arenicola marina* die grubenförmige Eingangsöffnung des Gehörorgans findet, ist der Eingang zu einer taschenförmigen Grube, deren Grund als jene einspringende Falte in die Leibeshöhle vorragt, über welche die wandständige Muskulatur hinweg zum Hirn zieht. Die Eingangsöffnung ist schmaler als der hinter ihr gelegene Binnenraum, und ihr Grund ist unregelmäßig zu kleinen Blindsäckchen ausgebuchtet. Aus der Reihe von transversalen Längsschnitten durch das Vorderende einer jungen *Arenicola Claparedii* zeigen die in Fig. 25—27 abgebildeten Schnitte das Verhalten der Tasche. In Fig. 25 ist links die ganze Tasche, rechts nur ein höher liegender kleiner Blindsack von ihr getroffen. Die nicht unmittelbar auf einander folgenden Schnitte Fig. 26 und 27 zeigen die weitere Ausdehnung der Tasche. Am Grunde der Tasche vorbei streicht die Muskulatur, welche von der Seitenwand des Körpers zur Unterfläche des Hirnes zieht. Dass der Schlundringschenkel an der vorderen Fläche des unteren Abschnittes der Tasche vorbei in die Seitentheile des Kopflappens und damit zum Hirn zieht, zeigt Fig. 28.

Diese Tasche ist in ihrer ganzen Ausdehnung von einem flachen Cylinderepithel ausgekleidet, welches eine feine Cuticula trägt. Die Zellen sind niedrige (0,015 mm hohe) Cylinderzellen, welche ein helles gleichmäßiges Plasma ohne körnige Pigmentmassen oder durch Hämatoxylin färbbare Sekrete, und einen längsovalen, fast stäbchenförmigen Kern von 0,006 mm Länge besitzen. Ob ihre basalen Theile, mit welcher sie auf einer strukturlosen Haut stehen, in Fasern auslaufen, kann ich, da ich nur nach Schnittpräparaten urtheile, nicht entscheiden; jedenfalls liegt zwischen ihnen und der Membran, auf welcher sie stehen, ein Fasergewebe von irgend einer Bedeutung nicht. Auf ihrer in den Raum der Grube stehenden Fläche tragen sie eine feine, etwa 0,003 mm dicke gleichförmige helle Cuticula. Vergebens habe ich auf dieser Cuticula nach Flimmerhaaren oder Resten von solchen gesucht, und auch an solchen Präparaten diese nicht gefunden, in welchen Cilien an anderen Orten sich ganz deutlich erhalten hatten. — Diese Zellen

unterscheiden sich von den Zellen, welche auf den freien Flächen des Integumentes stehen und in deren Fortsetzung sie liegen, dadurch, dass sie etwa nur ein Drittel so hoch als diese sind und keine drüsige Beschaffenheit haben; die großen körnigen Einlagerungen, als welche das Sekret der einzelligen Hautdrüsen erscheint, fehlen in dem Epithel, welches die Tasche auskleidet, und dieses erscheint daher hell, weil der Zelleib von Einlagerungen eines Sekretes nicht getrübt wird. Dagegen gleichen jene Oberhautzellen, welche den Grund der Segment- oder Ringfurchen bekleiden, sowohl in der geringen Größe wie in dem Mangel an Sekretkörpern völlig den Zellen in dieser Grube, so dass die Grube in dieser Hinsicht wie eine tiefe Furche des Integumentes erscheint.

Ein Zusammenhang dieser Zellschicht mit Nerv oder Nervengewebe besteht, so viel ich gesehen habe, nicht; der Schlundringschenkel liegt allerdings der vorderen Wand der Grube an, ich habe aber nicht gesehen, dass aus seinem Gewebe heraus irgend welche Bestandtheile in nähere Verbindung mit dem Epithel treten. Dieses bleibt durch die feine strukturlose Membran, auf welcher die Epithelien stehen, von ihm geschieden. Dass das Epithel der Grube kein Nervenepithel ist, zeigt auch ein Vergleich mit dem Nervenepithel auf der Fläche des Kopflappen, bei welchem die lang ausgezogenen Zellen mit stäbchenförmigen Endtheilen an die Oberfläche stoßen und durch basale Ausläufer mit dem Nervengewebe des Hirns zusammenhängen. Es ist also auch in dieser Hinsicht das Epithel, welches diese Grube auskleidet, ein sehr indifferentes. Einen besonderen Inhalt der Grube habe ich nie gesehen; ich vermute, dass sie am lebenden Thiere von Wasser gefüllt ist, und wohl derartig geschlossen werden kann, dass Fremdkörper nicht eindringen.

Aus diesem Verhalten des Wurmes erklärt sich CLAPARÈDE'S Angabe, dass ihm die Gehörorgane des Thieres unbekannt geblieben seien. Er ging dabei offenbar von der Voraussetzung aus, dass wie die *Arenicola Grubii* (Clprd.) ihm Gehörorgane gezeigt, so auch diese *Arenicola Claparedii* (Lev.) sie besitzen müsse, und brachte das negative Ergebnis seiner Erfahrung in den Ausdruck, dass die Organe ihm unbekannt geblieben seien, während sie in Wirklichkeit auch nicht vorhanden sind.

Arenicola Grubii (Clprd.).

(Taf. XIII, Fig. 33—37; Taf. XIV, Fig. 38—48.)

Ganz anders wieder als bei *Arenicola marina* (L.) und *Claparedii* (Lev.) gestalten sich die Verhältnisse der vorderen Körpersegmente und der

in ihnen enthaltenen Gehörorgane bei *Arenicola Grubii* (Clap.). Die Beschreibung, welche ich hier davon gebe, ist nach konservirten Würmern entworfen, welche ich durch die gefällige Vermittlung der Zoologischen Station in Neapel erhielt. Ich zweifle daher nicht, dass ich die gleiche Art vor mir habe, welche CLAPAREDE als *Arenicola Grubii* beschrieben und von der er Mittheilungen über die Gehörorgane gemacht hat.

Die Gesamterscheinung des Wurmes weicht von jener der vorhin behandelten Arten zunächst dadurch auffallend ab, dass die Körperoberfläche entweder völlig glatt und glänzend ist, odernur schwache, an die Warzenbildung der anderen Arten erinnernde Felderung zeigt. Auffallender noch ist die abweichende Gestaltung der vorderen Körperstrecke (Fig. 33—35). Nimmt man für deren hintere Begrenzung das erste borstentragende dreiringelige Segment und geht von hier nach vorn, so ist diese Körperstrecke gleichmäßig kegelförmig verjüngt, in keinem meiner Exemplare keulenförmig aufgetrieben, wie das bei den anderen beschriebenen Arten so häufig vorkommt. In allen Stücken war auf der vorderen kreisförmigen, gerad abgestutzten Endfläche die mit großen kugeligen Warzen besetzte Rüsselröhre in ungleicher Ausdehnung, nie weit, hervorgeschoben. Von der Bildung eines Kopflappens, wie sie in nahezu übereinstimmender Weise bei *Arenicola marina* und *Claparedii* sich findet, ist hier keine Rede. — Diese vordere Körperstrecke wird, wenn man von der Grenzfurche gegen das erste borstentragende Segment absieht, von vier den Körper ringsumfassenden Furchen in fünf Ringe zertheilt, von denen die beiden letzten fast gleich und etwas länger als die beiden nach vorn darauf folgenden sind, während der erste, auf dessen Endfläche terminal die Rüsselöffnung steht, etwas länger ist als die beiden hinter ihm gelegenen zusammen, und durch eine besondere Furchenbildung der Rückenfläche vor allen sich auszeichnet.

Auf der ventralen Fläche tritt vom ersten borstentragenden Segment, wie bei den vorhin beschriebenen *Arenicola*-Arten, die Medianfurche, welche die Lage des Bauchmarkes kennzeichnet, aber nicht an allen konservirten Stücken kenntlich ist, hinüber auf die Mittellinie des Buccalsegmentes und durchfurcht dessen beide hintere Ringel (Fig. 35). Auf der Grenze zum nächst vorderen Ringe bricht sie plötzlich ab, und nun fehlen auf der Ventralfläche der weiter nach vorn folgenden Ringe jene bei *Arenicola marina* (L.) und *Claparedii* (Lev.) winklig aus einander weichenden Furchen für die Schlundringschenkel, welche hier das dreieckige Metastomialfeld begrenzen. Ein solches Feld fehlt der *Arenicola Grubii* ganz; die ventrale Fläche der vorderen Ringel ist hier gleichmäßig glatt und gewölbt. — Die Rückenfläche des vordersten Ringes trägt

auffallende Querfurchen, deren Aussehen ich nur in dem Zustande kenne, in welchem der Rüssel etwas hervorgetreten, und auch nur danach schildere. Hinter dem Vorderrande des Ringes, etwa um ein Drittel seiner Länge von ihm entfernt, steht eine bald mehr bald minder scharf ausgeprägte quere Furche, welche von der Mittellinie ab kaum auf den seitlichen Umfang des Ringes hinabreicht. Bedeutender tritt etwa auf der Grenze des zweiten und letzten Drittels der Länge dieses Ringes eine Querfurchenbildung heraus; eine der vorderen Furche an Breite etwa gleich kommende Querfurchen lässt an ihren Enden, wie aus einer taschenförmigen Einziehung jederseits eine etwas weiter nach vorn gerückte, im Übrigen mit ihr und der Grenzfurche des Ringes parallel laufende Furche hervorgehen, welche seitwärts bis etwa auf die halbe Höhe des Körperumfanges hinabgreift (Fig. 33, 34). Diese eigenthümliche Bildung wird nur verständlich, wenn man die unter ihr gelegenen Organe des Thieres und damit die Beziehung zu dem gleichwerthigen Körperabschnitt der beiden anderen *Arenicola*-Arten erkennt. Da ich darauf später eingehen werde, bemerke ich hier nur, dass der zwischen der vorderen und hinteren queren Furche gelegene Theil dieses Körperringes der Kopflappenfläche der beiden anderen entspricht; dass die aus der hinteren mittleren Furche hervorgehenden seitlichen Furchen je einem Nackenorgan angehören, was bei *Arenicola marina* (L.) und *Claparedii* (Lev.) jederseits neben dem Kopflappen, aber völlig versteckt liegt. — Dagegen ist, während diese Furchen das Vorderende des Körpers der *Arenicola Grubii* so hervorragend auszeichnen, keine Spur einer Einziehung oder Spalte vorhanden, wie sie bei *Arenicola marina* (L.) die Eingangsöffnung des Gehörganges bildet, bei *Arenicola Claparedii* (Lev.) an deren Statt in eine Grube führt. Nun besitzt aber *Arenicola Grubii* (Clap.) ein wohl ausgeprägtes Gehörgangorgan, allein diesem fehlt der unmittelbare Zusammenhang mit der äußeren Körperoberfläche.

Um diese Verhältnisse klar zu legen, schildere ich den inneren Bau dieser Körperstrecke, so weit er uns hier zunächst interessirt. Die Darstellung schließt sich dabei vorwiegend an die Betrachtung von Schnittserien an, die den besten Aufschluss hier gewähren; doch mag eine Beschreibung des Bildes voraufgeschickt sein, welches die innere Oberfläche der Rückenwand des Buccalsegmentes bietet, wenn aus ihm der Rüsseltheil des Darmes herausgeschlagen ist (Fig. 36). Da zeigt sich ein voller Mantel längslaufender Muskelfasern, welche alle gegen das unter ihnen verborgen liegende Gehirn laufen. Sie lösen sich alle aus der gemeinsamen Längsmuskelschicht der Körperwand ab, und biegen, auf der Höhe des Hirnes gegen die dorsale

Mittellinie um, die neben der ventralen Linie laufenden Fasern erfahren dabei die stärkste dorsal- und medianwärts gerichtete Ablenkung, und indem sie dem Verlauf der Schlundringschenkel des Nervensystems folgend zur Unterfläche des Gehirns ziehen, kennzeichnen sie damit die Grenze, an welcher die weiter dorsalwärts liegenden Fasern ihre Anheftung finden. Hinter dem vorderen Rande dieser zum Hirn ziehenden Muskelplatte schimmert durch die dünne Faserschicht in geringem Abstände von der dorsalen Mittellinie jederseits ein Bläschen, ringförmig aussehend, durch, von der Leibeshöhle also völlig durch die Längsmuskulatur getrennt. Das ist das Gehörorgan.

Seine Lage bestimme ich andererseits nach den Ansichten, welche Schnittserien davon geben (Fig. 38—44). Danach liegt das Organ in der Körperwand rechts und links von der Medianebene etwa auf der Grenze des ersten und zweiten Viertels von der Segmenthöhe, nahezu auf der nach vorn gehenden Verlängerung einer Linie, welche die dorsalen Parapodien der folgenden Segmente verbindet, wenig vor der Hälfte des Abstandes zwischen dem Eingang in das Nackenorgan und der nächsten Ringfurche. Hier ist es fast allseitig von Muskeln umgeben, von denen die mächtigsten jene Längsfasern sind, durch welche es in der geöffneten Segmenthöhle durchschimmert.

Das Organ selbst (Fig. 37) ist ein kugeliges ringsum abgeschlossenes Bläschen, auf Längs- und Querschnitten kreisförmig erscheinend oder wenig nur davon abweichend. Sein Durchmesser betrug in einem Wurme, der ca. 4 mm breit war, $0,165/0,135$ mm. Seine $0,036$ mm dicke Wand ist offenbar durchaus gebaut wie diejenige des Gehörorgans der *Arenicola marina* (L.). Ein Epithel mit längsovalen Kernen trägt eine die Blasenwand völlig bekleidende Cuticula, seine Höhe bis zum hinteren Rande der Kerne betrug $0,024$ mm. Die Bilder, welche ich auf Schnitten von diesem Epithel erhielt, lassen mich nicht zweifeln, dass es wie dasjenige aus dem Gehörorgan von *Arenicola marina* (L.) gestaltet ist; und zwar gilt das in gleicher Weise von den stäbchenförmigen, unter der Cuticula liegenden Enden der Zellen, von deren Randsäumen, wie von den basalen Fasern, mit denen die Zellen auslaufen. Das nach außen an die kernhaltige Schicht des Epithels sich anschließende Faserwerk halte ich auch hier für eine Durchflechtung von Basalfasern der Epithelzellen und Nervengewebe, wobei in gleicher Weise, wie bei *Arenicola marina* (L.), Verbindungen beider Bestandtheile vorkommen mögen. Für die Anwesenheit des Nervengewebes sprechen die in Form und Größe von den Kernen der Epithelzellen abweichenden Kerne in dem feinen netzförmigen Faserwerk. Diese Schicht des Nervengewebes ist hier im Vergleich mit der Mächtigkeit, welche dasselbe

Gewebe bei der erwachsenen *Arenicola marina* (L.) erreicht, gegenüber den Epithelien nur dünn, ich schätzte sie bei einer Wanddicke von 0,03 mm auf 0,042 mm. Allein dabei ist zu erwägen, dass das Nervengewebe in dem Gehörorgan der jungen *Arenicola marina* (L.) ebenfalls nur gering ist, und dass die mir zur Verfügung stehenden Thiere der *Arenicola Grubii* (Clprd.) an Größe sehr hinter den erwachsenen *Arenicola marina* (L.) zurückbleiben. — Eine dünne strukturlose Haut, welche platte Kerne auf der Außenfläche trägt, schließt die Bläschenwand nach außen ab.

Den Inhalt des Bläschens bildet ein Haufen von Otolithen; daneben wird sich im Leben Flüssigkeit befinden. Der Otolithenhaufen liegt zusammengeballt auf der inneren Fläche der Blasenwand an deren innerem Umfange; wo in meinen Präparaten die Otolithen versprengt lagen, ist das vermuthlich durch das schneidende Messer herbeigeführt. Der Haufen liegt mit breiter Basis, welche die kleinsten Otolithen enthält, auf der Innenfläche der Otocyste, und erhebt sich von hier kegelförmig in deren Lichtung hinein; die größten Otolithen finden sich nahe unter oder in der Spitze des Kegels. Die im basalen Theile des Haufens vorhandenen Otolithen schienen fester durch eine Zwischensubstanz mit einander verbunden zu sein als die in der Spitze gelagerten, welche augenscheinlich locker lagen. — Alle Otolithen waren vollständig kugelig, von sehr wechselnden Größen neben einander, schwankend von 0,0045—0,009 mm. Die meisten Otolithen sind völlig farblos, bisweilen waren neben den farblosen ein oder zwei größere, bräunlich gefärbte vorhanden; alle waren stark lichtbrechend und glänzend; eine konzentrische Schichtung oder eine radiäre Streifung war nicht an ihnen zu finden; in größeren Otolithen war bisweilen ein punktförmiges besonderes Centrum zu unterscheiden, oder mehrere kleine wie Bläschen erscheinende Bildungen nahmen dessen Stelle ein. Im polarisirten Licht zeigten die glänzenden Kugeln keine Doppelbrechung. Die größeren Otolithen wurden durch Karmin so wenig wie durch Hämatoxylin gefärbt; dagegen färbte das letztere die kleinsten, fast staubförmigen Kügelchen, welche der Innenfläche der Cuticula dicht anlagen. — Schwachen Säuren widerstehen die Otolithen, erhalten sich z. B. in Präparaten, welche nach der Färbung mit GRÄNACHER'S Karmin mit durch Salzsäure angesäuertem Alkohol behandelt werden. Das veranlasste mich, die isolirten Otolithen zunächst mit starker Essigsäure zu behandeln; dabei war irgend eine Änderung an ihnen nicht zu sehen. Ich setzte dann konzentrirte Salzsäure zu den Otolithen. Da trat nach einiger Zeit eine auffallende Veränderung ein: die äußeren Schichten des Otolithen wurden hell, offenbar wie die Salzsäure in sie eindrang und auf sie einwirkte; die Aufhellung rückte

gleichmäßig gegen das Centrum vor, so dass die an Ausdehnung zunehmenden helleren Schichten einen kleiner werdenden dunklen, stark lichtbrechenden Kern umschlossen; bisweilen machte das Vorschreiten des Aufhellens der Rindenschicht eine Zeit lang Halt; schließlich aber hellte sich bei längerer Einwirkung der Säure auch der dunkle Kern völlig auf, und das Körperchen war nun gleichmäßig hell wie vorher, hatte aber den charakteristischen Glanz des unbeeinflussten Otolithen verloren. Während dieser Einwirkung der Salzsäure auf die Masse des Otolithen findet gleichzeitig an ihr eine Quellung statt. Weiterhin sieht man dann, dass einzelne Otolithen die Kugelform verlieren und unregelmäßig gestaltet werden, wahrscheinlich wie sie bei der Quellung unter dem Deckglase auf ungleichmäßigen Widerstand stoßen. Eine Auflösung der Otolithen bei dieser Behandlung habe ich nicht gesehen. Ich hebe zum Schluss besonders hervor, dass während aller dieser beschriebenen Vorgänge sich keine Spur von Gasentwicklung an den Otolithen zeigt.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Substanz der Otolithen ein Erzeugnis des Epithels der Blasenwand ist; kleinste Granula, welche ich bisweilen auf der Epithelfläche in dem Haufen der Otolithen getroffen habe, dürften die jüngsten Zustände der Otolithen sein. Vermuthlich werden sie bereits zu Kügelchen geformt von der Epithelzelle abgesondert, wachsen dann aber durch gleichmäßige Zunahme einer Masse, welche aus dem flüssigen Inhalt der Blase hinzutreten mag, ohne krystallinische Struktur zu gewinnen. Für die Sekretnatur der Substanz spricht der Umstand, dass die kleinsten, also auch wohl jüngsten Otolithen noch von Hämatoxylin gefärbt werden. Das Ausbleiben einer Gasentwicklung bei der Behandlung mit Säure schließt die Anwesenheit von kohlen-saurem Kalk aus, auf dessen Vorhandensein die starke Lichtbrechung hinweisen könnte. Ich halte die Substanz dieser Otolithen danach für eine, welche dem Stoffe gleich kommt, der die Cuticula und die Borsten bildet.

An die Gehörblase tritt ein Nerv hinan, der sich von dem medianwärts von ihr in dorso-ventraler Richtung aufsteigenden Connectiv des Schlundringes an einer Stelle abzweigt, wo dieses einen Beleg von Ganglienzellen trägt. Der Nerv breitet sich mit seinem Gewebe auf der Außenfläche der Gehörblase ringsum aus und durchbricht ihre äußere Umhüllungshaut am vorderen Umfang in ziemlicher Ausdehnung nicht mit einfacher Öffnung, sondern mit ungleich großen Löchern. Hier steht dann die unter dem Epithel der Blase liegende Nervenschicht mit der äußeren in Verbindung.

CLAPARÈDE hat die ersten kurzen Angaben über das Gehörorgan dieses

Wurmes gemacht, beschreibt die Otolithen richtig, betont das Fehlen eines Flimmerepithels, und nimmt ein Nervenpolster an, auf dem die Otolithen ruhen sollen. — Genauerem Aufschluss über das Organ haben uns die Mittheilungen von JOURDAN gegeben, die ich in den meisten Punkten bestätigen kann. Meine Beobachtungen weichen von seiner Darstellung darin ab, dass nach ihm die Otocyste durch mehrere Nerven mit dem Schlundringe verbunden sein soll, was ich nicht gesehen; dass feine Öffnungen in der äußeren Hülle der Otolithenblase Nervenfasern von außen nach innen durchtreten lassen sollen; auch das habe ich nicht gesehen. Ob die Beschreibung der fadenförmigen Ausläufer der Epithelzellen und deren Verbindung mit den Nervenfasern in ihren Abweichungen von dem Verhalten, was ich von der *Arenicola marina* (L.) beschrieben habe, ganz zutreffend ist, wage ich nicht zu entscheiden, da ich keine Macerationspräparate von dem Gehörorgan dieser Art besitze. JOURDAN lässt die zusammenhängende Cuticula, welche die Otocyste auskleidet, aus einzelnen Plättchen bestehen; genetisch mag das zutreffend sein. Flimmerhaare hat er mit Sicherheit nicht gesehen; meint aber Spuren davon in Präparaten gefunden zu haben, welche länger in Osmiumsäure gewesen waren; nach meinen Erfahrungen ist das für die Erhaltung der Cilien nicht günstig. Die Otolithen werden als kalkhaltig bezeichnet und sollen in einer eiweißhaltigen Flüssigkeit liegen. Ich kann der Angabe über den Kalkgehalt nicht ohne Weiteres zustimmen, da es unwahrscheinlich ist, dass Kalk in anderer Form denn als kohlenaurer auftritt, dieser aber nicht vorhanden ist.

Arenicola antillensis (Ltk.).

(Taf. XIII, Fig. 30—32.)

Von der *Arenicola antillensis* (Ltk.) stand mir für eine anatomische Untersuchung nur das Vorderende eines Thieres zu Gebot, welches ich der Freigebigkeit der Direktion des zoologischen Museums in Kopenhagen verdanke.

Der äußere Habitus ähnelt durch die warzige Oberfläche dem der *Arenicola marina* (L.) (Fig. 30).

Das erste borstenlose Segment ist deutlich dreiringelig; der hinterste Ring trägt eine Reihe warziger Höcker, der nach vorn darauf folgende ist auf der Rückenfläche mit zwei Reihen querer Höcker besetzt und erscheint dadurch zweitheilig; auf seiner ventralen Fläche liegt wenig deutlich das hintere Ende des dreieckigen metastomialen Feldes. Der vorderste Ring umfasst den Rüsseleingang; auf seiner ventralen Fläche liegt das wenig scharf begrenzte metastomiale Feld; auf dem dorsalen Umfange steht auf der halben Länge zwischen den Reihen

der warzigen Höcker eine kurze Querfurche. Sein Vorderrand führt in eine tiefe quere Grube, welche halbmondförmig mit der Konkavität nach vorn gewendet etwa die halbe Breite der Rückenfläche einnimmt. Aus dieser Grube heraus geht nach vorn eine quer ovale flache Platte, welche durch ihre Glätte und geringen Glanz sich vor der übrigen Körperoberfläche auszeichnet. Das ist der Kopflappen, dessen kaum vorspringender Vorderrand ganz fein eingekerbt ist, und über dessen seitliche Theile einzelne feine Furchen der Länge nach verlaufen. Seine seitlichen Vorderecken sind stumpf abgerundet und springen in keiner Weise vor. — Auf der Vorderfläche des Körpers steht die Eingangsöffnung des Rüssels, der durch seine mit kleinen Warzen besetzte Oberfläche gekennzeichnet wird. — Auf dieser ganzen Vorderstrecke ist nirgends ein Spalt oder eine Grube vorhanden, welche als Eingang zu einem Gehörorgane zu deuten wäre.

In dem durch einen Längsschnitt neben der ventralen Mittellinie geöffneten, danach ausgebreiteten und vom Rüssel befreiten Buccalsegment (Fig. 34) zeigten sich die aus der Längsmuskulatur abzweigenden und zur Unterfläche des Hirns ziehenden Fasern als zwei starke aus dem ventralen medianen Bezirk stammende breite Balken. Hinter deren Rande lagen in geringem Abstände von der dorsalen Mittellinie zwei ringförmig erscheinende helle Gebilde, zweifellos die Gehörorgane. An sie heran trat ein mit dem queren Hauptzuge verlaufendes Muskelband, setzte über ihre vorliegende Fläche hinweg, und zog wie das Hauptband zur dorsalen Medianlinie auf die Unterfläche des Hirns. Außerdem traten in auffallender Weise zwei schmale Muskelbändchen hervor, welche sich hinter den Gehörorganen in deren Breite aus der längslaufenden Muskelschicht der Körperwand ablösten und an den hinteren Rand des Gehörorgans inserirten.

Das so frei in die Leibeshöhle hineinsehende Organ ließ sich leicht mit den umgebenden Massen herauslösen und isolirt untersuchen (Fig. 33). Es ergab sich sofort als ein allseitig völlig abgeschlossenes Bläschen, von kreisförmiger, stark deprimirter, linsenförmiger Gestalt, welches mit seiner einen breiten Fläche auf der Muskulatur lag. Es maß in der Fläche 0,357 mm im Durchmesser. Muskelfasern setzten sich rings an den scharfen Rand des linsenförmigen Bläschens. Ein 0,039 mm breiter Nerv, der unter dem Hauptmuskelstrange, offenbar vom Schlundringschenkel abtretend, in der Richtung von vorn nach hinten auf das Bläschen zulief, umhüllte es mit seiner Fasermasse ringsum, an dem nach hinten gewendeten Randtheile eine kleine Verdickung bildend.

Die im optischen Querschnitte 0,075 mm dicke Wand erschien nach Durchtränkung mit Glycerin fein radiär gestreift; das ist zweifelsohne

der Ausdruck einer hohen Epithelschicht. Auf der inneren Oberfläche lag eine feine nicht unterbrochene Cuticula.

Im Centrum des linsenförmigen Bläschens lag ein einziger großer 0,098 mm im Durchmesser haltender Otolith, eine schwach gelblich gefärbte trübe Kugel; seine Größe führt die centrale Anschwellung, die linsenförmige Gestalt des Gehörorgans herbei, und verursacht seine centrale Lage. Dieser Otolith ist unzweifelhaft Erzeugnis des Bläschens, ein Ausscheidungsprodukt der Drüsenzellen, welche auch hier im Epithel der Otocyste anzunehmen sind, und nach dem ganzen Aussehen enthält seine Masse sicher keine Kalksalze.

An die Beschreibung der ungleich ausgestalteten Organe knüpfe ich einige weitere Betrachtungen.

Es ist das geschilderte Organ als Gehörorgan bezeichnet. Rechtfertigt sich diese Bezeichnung auch nach dessen funktioneller Bedeutung? Ich habe mich mehrfach bemüht, Versuche zu ersinnen und anzustellen, die darüber Aufschluss geben könnten, ob *Arenicola marina* (L.) Schall- oder Tonempfindungen haben möchte. Ich bin aber in keiner Weise zu einem einigermaßen gesicherten Ergebnis gekommen, und halte es für unnötig, von diesen Versuchen weiter zu sprechen; nur das negative Ergebnis theile ich mit, dass im oder auf Sand ruhig liegende Würmer, welche bei der geringsten Berührung sich sofort zurückzogen, keinerlei Bewegung zeigten, wenn in ihrer Nachbarschaft Töne laut angegeben wurden.

Ist man daher zur Zeit für die Deutung der Funktion des Organs auf Analogieschlüsse hingewiesen, die auf den anatomischen Bau des Apparates zurückgehen, so wird man dessen sensorielle Bedeutung im Allgemeinen ohne Anstand für alle die Formen zugestehen, bei welchen seine Innervation offenkundig ist. Und so kann für die Arten *Ar. marina* (L.), *Grubii* (Clprd.) und *antillensis* (Ltk.) nach dem Vorgange von LACAZE-DUTHIERS für diese Organe die Benennung Otocrypte und Otocyste auch unbeanstandet bleiben, so weit man darunter vom Integument aus gebildete Gruben oder Blasen mit Otolithen versteht. Dagegen darf auf Grund der bekannt gewordenen anatomischen Verhältnisse nicht auch ohne Weiteres mit dieser Bezeichnung die Auffassung sich verbinden, dass die Organe sensoruell akustische Bedeutung hätten. Mir scheint im Gegentheil das Verhalten im Bau der epithelialen Auskleidung der Otocyste wie Otocrypte nicht für eine solche Deutung zu sprechen. Denn die anatomischen Besonderheiten eines akustischen Endapparates sind in denjenigen Fällen, wo dessen physiologische Deutung als Perceptionsorgan für Schall und Ton gesichert sind, überall darin gegeben, dass die

terminalen Neuroepithelien dieser Organe mit Härchen oder Stäbchen mannigfaltiger Gestaltung, doch stets solcher Bildung ausgerüstet sind, dass sie von herantretenden Schallwellen isolirt erregt werden können; es sind die ungleichen Gestaltungen, mit welchen die epitheliale Ausrüstung der Macula oder Crista acustica auftritt.

Eine derartige Organisation geht den hier vorliegenden Otocrypten und Otocysten völlig ab; als Apparate, welche akustisch funktioniren, sind sie daher nach ihrem anatomischen Bau, so lange nicht andere physiologische Erfahrungen beigebracht werden, nicht zu bezeichnen.

Dennoch darf die Benennung der Otocysten und Otocrypten, und auch wohl die eines Gehörorgans beibehalten werden, wenn diesem neben der akustischen Funktion auch die der Empfindung und Überwachung der Gleichgewichtslage des Körpers zugeschrieben wird. Eine solche kann hier bei veränderter Körperlage des Wurmes durch Umlagerung der Otolithen und dadurch veränderten Druck auf die Wand der Otocyste und Otocrypte herbeigeführt werden¹. Bei der schwer zugänglichen Lage der Organe bei *Arenicola* wird die Bestätigung solcher Auffassung auf dem Wege des Experimentes kaum zu erreichen sein. Dagegen darf man für die Wahrnehmung derartiger Vorgänge nach Analogien die Endigungsweise der Nerven in der Wand dieser Otocysten als geeignet ansehen, wenn man erwägt, dass Druckschwankungen gerade durch solche Nervenendapparate wahrgenommen werden, welche innerhalb oder unterhalb einer epithelialen Schicht liegen. Es kann danach die Otocyste hier, wo sie keine Hörhärchen besitzt, der akustischen Funktion bar, dagegen für die Wahrnehmung der Gleichgewichtslage und deren Störung befähigt sein, in so fern als die in ihrer Wand innerhalb oder unterhalb des Epithels gelegenen Nervenenden in wechselnder Weise von dem Druck beweglicher Otolithen getroffen werden. Dass das eintritt, ist für alle drei mit Otolithen versehene *Arenicola*-Arten wohl mit Sicherheit anzunehmen, wenn auch Unterschiede in der Quantität der Wirkung vorkommen werden, da sich der eine große Otolith in der linsenförmigen Otocyste der *Arenicola antillensis* (Ltk.) anders verhalten wird, als die umkleideten Sandkörner in der Otocrypte der *Ar. marina* (L.) oder der Haufe der Otolithen von *A. Grubii* (Clprd.), in welchem die kleineren Otolithen an dem Orte ihrer Entstehung noch festgehalten, die größeren dagegen beweglich er-

¹ Man vergleiche hierzu: YVES DELAGE, Sur une fonction nouvelle des Otocystes. Arch. de Zoologie expér. et gener. Sér. 2. T. V. p. 4. — TH. W. ENGELMANN, Über die Funktion der Otolithen. Zool. Anz. 40. Jahrg. Nr. 258. 1887. p. 439. — MAX VERWORN, Gleichgewicht und Otolithenorgan. PFLÜGER'S Archiv für Physiologie.

scheinen. Ob das mit den besonderen Lebensgewohnheiten der Würmer in Zusammenhang gesetzt werden kann, wird sich wohl besser übersehen lassen, wenn unsere Erfahrungen über das Vorkommen solcher Organe bei Würmern und anderen wirbellosen Thieren sich erweitert haben. Aber selbst, wenn man für diese Organe erweisen sollte, dass sie nur die Bedeutung jener Apparate haben, für welche VERWORN die Bezeichnung Statocyste und Statolith in Vorschlag gebracht hat, empfiehlt es sich die Bezeichnung Otocrypte und Otocyste für alle jene Organe festzuhalten, welche nach ihrer Gestaltung einem Kreise angehören und in ihrer vollendeten Ausbildung als Gehörorgane funktioniren.

Die ungleichen Zustände, in welchen die »Gehörorgane« bei *Arenicola marina* (L.) einerseits, *Grubii* (Clap.) und *antillensis* (Ltk.) andererseits auftreten, schließen sich leichthin an die Grube an, welche bei *Arenicola Claparedii* (Lev.) an dem gleichen Orte gelegen ist, an welchem sich bei den drei ersten Arten das Gehörorgan befindet. Es ist die Übereinstimmung der Lage in dem oberen und vorderen Theile des seitlichen Umfanges des Buccalsegmentes besonders dadurch gekennzeichnet, dass in allen drei Fällen der Schenkel des Schlundringes hart am medialen Umfange des Organs vorbeizieht. Nach ihrer Gestaltung ordnen sich die Organe leicht als einzelne Vertreter besonderer Kategorien jener Apparate, welche als Otocrypten und Otocysten zusammengestellt werden. Deren Vorkommen ist weit verbreitet. Sehen wir von dem Auftreten sogenannter offener Gehörgruben oder geschlossener Gehörbläschen bei den Medusen ab, so sind bis jetzt ähnliche innerhalb desselben Verwandtschaftskreises neben einander auftretende Bildungen bei Mollusken, Arthropoden und Vertebraten bekannt. Für die Mollusken hat PELSENEER¹ nach außen geöffnete mit Sandkörnchen gefüllte Gehörorgane bei Muscheln (*Nucula*) neben den seit v. SIEBOLD's Untersuchungen als geschlossene Gehörbläschen bekannten Otocysten nachgewiesen; durch HENSEN's klassische Untersuchung kennen wir Otocrypten bei decapoden Krebsen in der gleichen Besonderheit, dass sie, wie *Arenicola marina* (L.), Fremdkörper als Otolithen enthalten, neben den geschlossenen autochthone Otolithen bergenden Otocysten bei Mysideen; und für die Wirbelthiere bieten uns Haifische das Beispiel, dass der Binnenraum des Labyrinthes

¹ PAUL PELSENEER, Sur les Otocystes des Nuculidae. Zool. Jahrbücher. Abth. f. Anat. u. Ontogenie. Bd. IV. 1894. p. 504. — Contribution à l'étude des Lamelli-branches. Archives de Biologie. T. XI. 1894. p. 167, 266.

eines Wirbelthieres, sonst nach außen abgeschlossen, eine Verbindung mit der Außenwelt besitzt.

Da nun die Otocysten, wo deren Ontogenie genauer bekannt ist, im Anfang ihres Entstehens als nach außen geöffnete Gruben, mithin als Otocrypten, auftreten, so knüpft sich daran im Allgemeinen die Vorstellung, dass, wenn man auch von der Aufstellung von Homologien von einem Thierstamm hinüber in den anderen absieht, doch innerhalb einer genetisch verwandten Thiergruppe die Otocrypte der phylogenetische Vorläufer der Otocyste sei, die Gehörgrube den früheren Zustand des Gehörbläschens darstelle.

Für den, der von solcher Vorstellung ausgeht, ordnen sich dann die ungleich ausgebildeten Organe der vier *Arenicola*-Arten ohne Weiteres derartig, dass *Ar. Claparedii* (Lev.) den frühesten und einfachsten Zustand des Gehörorgans als einer nach außen geöffneten Grube zeigt, in welcher weder Gehörsteine noch eine mit Neuroepithelien ausgestattete Wand vorhanden ist. *Arenicola marina* (L.) führt die nächste Stufe der Entwicklung vor, in welcher die Gehörblase noch die Form einer Otocrypte hat, als eine tiefe Einstülpung der Körperwand, da sie nach außen noch durch einen völlig durchgängigen Kanal kommuniziert, Otolithen führt, die von außen stammende Fremdkörper sind, welche durch Umkleidung mit einem Drüsensekret adaptirt werden, und schließlich in Verbindung mit dem Nervensystem steht. — Die vollendete Ausbildung, und damit die höchste Stufe der Entwicklung tritt mit den geschlossenen Otocysten der *Arenicola Grubii* Clprd. und *antillensis* (Ltk.) auf, in welchen die Otolithen eigene Erzeugnisse des Organs sind; und hier könnte man in der Vielheit der kleinen Otolithen die Stufe sehen, welche vor der Bildung des einzigen großen Otolithen bei *Ar. antillensis* liegt.

Zu beachten ist daneben auch die ungleiche Stellung, welche diese Organe bei den verschiedenen Arten zu der Muskulatur der Körperwand einnehmen: bei *Arenicola Grubii* (Clprd.) zieht die Längsmuskelschicht über die Otocyste völlig hinweg und deckt sie ganz; bei *Arenicola antillensis* (Ltk.) löst sich aus ihr ein Bestandtheil aus und setzt sich an die Wand der Otocyste an; bei *Arenicola marina* (L.) und *Claparedii* (Lev.) hat diese Muskelschicht keine Beziehung zu den Otocrypten, die der *Arenicola marina* (L.) führt zu einer Zerlegung des dorsoventralen Muskelzuges und nimmt Theilstücke davon mit Anheftungen auf, während der gleiche Muskelzug mit seinen inneren Fasern völlig ungebrochen an und über der entsprechenden Grube der *Arenicola Claparedii* (Lev.) hinwegschreitet. Über den Werth dieses ungleichen Verhaltens kann ich nichts aussagen, da mir die Bedeutung der Verbindung von Muskelschicht und Gehörorgan unklar ist und das

ungleiche Verhalten beider zu einander durch eine besondere Entwicklung der Muskulatur herbeigeführt sein kann, welche von der Entwicklung der Otocyste ganz unabhängig ist.

Gegen eine Zusammenstellung der Gehörorgane in eine Reihe, wie sie eben gebracht wurde, ist wenigstens für die drei letzten Arten keine erhebliche Einwendung zu machen. Allein dabei ist doch nicht ohne Weiteres anzunehmen, wo Ausgangs- und Endpunkt dieser Reihe zu setzen sind, und es ist nicht ohne Bedenken, als Ausgangspunkt einer fortschreitenden Entwicklung in diesem Falle die otolithenlose Grube der *Arenicola Claparedii* (Lev.) mit nervenfreier oder nervenarmer Wand anzusehen. Denn es bleibt zu prüfen, ob nicht etwa dieser Zustand auch als ein solcher aufgefasst werden kann, der auf dem Wege der Rückbildung erreicht ist.

Für die hier zu treffende Entscheidung wird gewiss die Erkenntnis der ontogenetischen Vorgänge von Werth sein. Da uns diese zur Zeit aber vollständig mangelt, ist zu versuchen, auf andere Weise zum Ziel zu gelangen. Dazu ist wohl die vergleichende Betrachtung anderer Züge aus der Organisation der vier Würmer dienlich. Ich kann in dieser Hinsicht auf einige Verhältnisse hinweisen, nicht aber in abschließender Weise, da ich aus Mangel an geeignetem Material über die der Nordsee fehlenden Arten eine erschöpfende Bearbeitung der ganzen Organisation zur Zeit nicht bringen kann, und andererseits zum vollgültigen Urtheil die Kenntnis der Lebensverhältnisse der Thiere nöthig sein würde, darüber aber fast nichts bekannt ist.

Auf Zweierlei möchte ich bei Betrachtung der Würmer das Augenmerk besonders lenken: das sind die Unterschiede, welche in der äußeren Körpergestalt bei den vier in Rede stehenden Würmern sich zeigen, vor Allem aber die ungleiche Bildung, die bei ihnen die vordere Körperstrecke erfahren hat, welche die Gehörorgane enthält.

Gemeinsam ist allen untersuchten Arten eine vordere kiemenlose Strecke und eine Ringelung der Segmente. *Arenicola marina* (L.), *Claparedii* (Lev.) und *antillensis* (Ltk.) stimmen darin überein, dass das buccale und erste borstentragende Segment drei Ringel, das zweite Segment vier und die folgenden fünf Ringel besitzen; die Parapodien stehen am ersten der Ringel, welcher einen Ringwulst trägt. Davon weicht *Arenicola Grubii* (Clprd.) ab: das borstenlose Segment hat vier Ringel, wenn man den Abschnitt, welcher die Kopflappenbildung trägt, nicht mitrechnet; das erste borstentragende drei, das zweite und dritte vier, das vierte Segment fünf Ringel, von denen der vorderste die Parapodien trägt. Stets stehen die Borsten am vordersten dieser Ringel. *Arenicola marina* (L.), *Claparedii* (Lev.) und *antillensis* (Ltk.) gehören zusammen

einer Gruppe an, welche sich dadurch auszeichnet, dass Kiemen nur an einer beschränkten Zahl von mittleren Segmenten, bei *Arenicola marina* (L.) vom siebenten borstentragenden ab an 13 vorhanden sind. Bei *Ar. Claparedii* (Lev.) finden sich gleiche Zahlenverhältnisse bei kleinen und mittelgroßen Thieren, während bei einem 20 cm langen Wurm hinter den ersten sechs borstentragenden Segmenten nur elf Kiemen jederseits stehen. In beiden Arten schließt sich an die kiementragenden Segmente eine Körperstrecke an, in welcher nicht nur die ausgeprägte Segmentirung zurücktritt, sondern auch alle Parapodien und Borsten völlig fehlen; diese ruderlose Körperstrecke ist ferner durch die Verkümmernng der Leibeshöhle ausgezeichnet und physiologisch dadurch auffallend, dass bei *Arenicola marina* (L.) der lebende Wurm sie leicht — scheinbar ohne großen Schaden — verliert oder in Stücken abwirft.

Arenicola antillensis (Ltk.) reiht sich hier an, in so fern bei ihm auf sechs borstentragende Segmente elf Kiemenpaare bei einem großen Wurme folgen; auffallend ist bei dieser Art, dass, wie LEVINSSEN schon bemerkt hat, die ruderlose hintere Körperstrecke auf dem Seitentheile der ventralen Fläche in segmentalen Abständen je zwei kleine fadenförmige Anhänge in mäßigem Abstand neben einander trägt. Da diese aber schon unterhalb des letzten kiementragenden Ruders auftreten und zwar am oberen Ende der Hakenreihe, vor und hinter dieser, müssen es Bildungen sein, die nicht auf dorsale Parapodien oder Kiemen zurückgehen.

Dem gegenüber besitzt *Arenicola Grubii* (Clap.) vom zwölften borstentragenden Segmente¹ ab an allen folgenden ausgebildete Kiemen, die an den letzten Segmenten wohl etwas an Größe abnehmen; keiner der Schriftsteller, welche diesen Wurm lebend unter Händen gehabt haben, erwähnt eine kiemenlose größere Endstrecke des Körpers; an allen Exemplaren, welche ich gesehen habe, erstreckten sich die Kiemen bis an das Ende des Körpers. Nun wäre es ja möglich, dass den Zoologen von dieser Art bis jetzt nur verstümmelte Exemplare, die ein kiemenloses Körperende verloren haben, zu Gesicht gekommen sind; sehr wahrscheinlich erscheint das jedoch nicht, da die große Zahl der Kiemen, der Mangel einer »Cauda«, das heißt einer kiemenlosen Strecke, als Kennzeichen dieser Art gegenüber der *Arenicola marina* (L.) aufgeführt wird, von der ja allbekannt ist, wie leicht das Körperende abfällt. Sorgfältig konservirte Exemplare dieser Art, welche die Verwaltung der Zoologischen Station in Neapel mir zu übersenden die Güte hatte, und welche an der ganzen hinteren Körperstrecke Kiemen tragen, er-

¹ CLAPARÈDE giebt für diese Art nur zehn vordere borstenlose Segmente an, vermuthlich hat er das erste kleine Borstenbündel übersehen.

scheinen denn auch völlig unverletzt. Eine Sonderung der vier uns beschäftigenden Arten in diese beiden Gruppen ist danach wohl berechtigt. Es stößt wohl ferner nicht auf Widerspruch, wenn man annimmt, dass das kienlose Körperende der *Arenicola marina* (L.), *Claparedii* (Lev.) einerseits und *antillensis* (Ltk.) andererseits als ein rückgebildetes aufzufassen sei, vielleicht in Anpassung an die Lebensweise in Röhren, wie die hintere Körperstrecke der meisten tubicolen Borstenwürmer rückgebildet erscheint.

Ihnen gegenüber ist dann *Arenicola Grubii* (Clap.) eine Form, bei welcher eine derartige Rückbildung nicht eingetreten ist, und welche durch den Besitz von Kiemen an der hinteren, voll segmentirten Körperstrecke einer hypothetisch zu setzenden Ausgangsform näher steht, als die anderen Arten, welche in einseitiger Richtung durch Rückbildung der kienlosen hinteren Körperstrecke von solcher Form sich weiter entfernt haben. Dabei nimmt *Arenicola antillensis* (Ltk.) eine besondere Stellung ein wegen des Besitzes der kurzen fadenförmigen Anhänge an der hinteren Körperstrecke; mit Kiemen, wie LEVINSEN vermuthet, haben diese Anhänge gewiss nichts zu thun, da sie schon neben der letzten Kieme am oberen Ende der Reihe der Hakenborsten stehen. Der Platz weist auf Sinnesorgane, welche den Organen der Seitenlinie entsprechen, und da sie den Eindruck von innervirten Anhängen machen, möchte ich sie als intraparapodiale Cirren auffassen, die durch ihr Auftreten wohl dafür sprechen, dass die Körperstrecke, an welcher sie stehen, weniger rückgebildet ist, als der gleiche Körperabschnitt bei *Arenicola marina* (L.) und *Claparedii* (Lev.).

Nach der Bildung der Kiemen stellen sich *Arenicola marina* (L.) und *Arenicola Grubii* (Clap.) einerseits, *Arenicola Claparedii* (Lev.) und *Arenicola antillensis* (Ltk.) andererseits zusammen. Bei *Arenicola marina* entspringen von einer halbkreisförmig hinter dem Parapodium sich erhebenden hautartigen Basis die einzelnen Kiemenstämme und verzweigen sich hirschgeweihartig in so fern, als die wenig dünneren und spärlichen Nebenäste auf einem Umfang des Hauptstammes abgehen; die Nebenäste tragen niedere, wenig vorspringende Höckerchen; die Kieme hat dadurch ein strauchartiges, sperriges Ansehen. In ähnlicher Weise verhalten sich die Kiemen der *Arenicola Grubii*, nur fehlt ihnen die gemeinsame hautartige Basis; die Kiemenstämme entspringen unmittelbar von der Körperoberfläche hinter dem Ruder, besitzen aber das gleiche strauchartige Ansehen. — Dagegen erscheinen die Kiemen von *Arenicola Claparedii* (Lev.) und *antillensis* (Ltk.) dicht buschartig, und zumal bildet ihr unterer Theil einen dichten Busch; das entsteht dadurch, dass die Hauptstämme der Kiemen in ihren Endverzweigungen

dicht ringsum mit feinen schlanken Kiemenfädchen statt der niederen Höckerchen bei den anderen Arten besetzt sind. Solche quantitative Unterschiede im Bau der Kiemen sind für phylogenetische Spekulationen aber kaum von Belang, da diese Respirationsorgane offenbar leicht mit dem Wechsel äußerer Verhältnisse abzuändern vermögen. Es fällt dabei in Betracht, dass *Arenicola marina* (L.) auf und im sandigen oder kiesigen Boden lebt, während nach den Angaben Lo BIANCO's *Arenicola Claparedii* (Lev.) bei Neapel auf Schlammgrund wohnt. Dessen Beschaffenheit mag die Ausbildung eines dichten Kiemenbusches mit großer respiratorischer Oberfläche erfordern, während der Aufenthalt im Sande oder Kiesgrunde für den Bestand sehr dünnwandiger Kiemenfäden nicht vortheilhaft erscheint.

Für diese Betrachtungen über den Zusammenhang der *Arenicola*-Arten unter einander sind die Verhältnisse, welche der Bau des Kopflappens und der in ihm enthaltenen Organe zeigen, von besonderer Bedeutung. Ich erörtere sie hier mit Rücksicht darauf, ohne in eingehende Darstellung des histologischen Baues, besonders des Hirns, mich jetzt einzulassen. Es handelt sich dabei um die Gestaltung des Kopflappens, den Bau des Gehirns und die Bildung einer flimmernden Grube jederseits neben dem Gehirn, die dem Organ entspricht, welches von anderen Anneliden als Nackenorgan beschrieben ist.

Ich gehe von *Arenicola marina* (L.) aus. In dem Kopflappen, welcher auf der dorsalen, nach vorn gerichteten Oberfläche jederseits neben dem gewölbten Mittelfelde ein wenig größeres Seitenfeld besitzt, liegt das Gehirn, ohne seinen Raum ganz einzunehmen. Seine Gestalt ist herzförmig, das breitere eingeschnittene Ende ist nach vorn gewendet; von ihm geht nach hinten über die obere Fläche eine Furche, welche tief in den Hirnknoten einschneidet und ihn auf der Oberfläche zweilappig erscheinen lässt (Fig. 13, 14). Die Schlundringconnective treten von unten her in den Kopflappen ein, gehen an den vorderen Theil der ventralen Fläche des Hirns und senken sich hart neben der Medianlinie in die Hirnsubstanz ein. — Unter die gewölbte Fläche des Kopflappens, zumal der beiden seitlichen Polster, zieht Nervensubstanz, die von der dorsalen Hirnfläche ausgeht. — Von der oberen Fläche der hinteren schmäleren Hälfte entspringen zwei Nervenstämme, welche dicht an einander liegend nach oben und hinten laufen und ihre Endausbreitung unter dem Epithel des Kopflappens zumal an dessen Seitentheilen, und in der Wand der Nackenorgane finden.

Diese Nackenorgane sind Gruben, die sich von einer spaltförmigen Eingangsöffnung aus tief jederseits neben den Seitentheilen des Kopflappens einsenken und dadurch ausgezeichnet sind, dass sie von einem

hohen, hellen Cylinderepithel ausgekleidet werden, welches besonders hoch auf der lateralen Wand der Grube entwickelt ist, hier am Ausgange der Grube sich scharf von dem drüsigen Epithel der Oberhaut absetzt und in auffallender Weise lange Wimperhaare trägt. Innerhalb dieses Epithels wird eine Nervenendausbreitung liegen. Die Eingangsöffnung ist in der ganzen Länge des Kopflappens jederseits eng, und auch der obere Theil der Grube ist eng, so dass sich zwischen der Seitenfläche des Kopflappens, welche die mediale Wand der Grube bildet und deren lateraler Wand nur eine geringe Lichtung findet; tiefer abwärts wird der Grund der Grube, während die Eingangsöffnung spaltförmig bleibt, sackartig weiter, und zeigt dann vom Grunde wie von den Seitenflächen her unregelmäßige Erhebungen. Neben dem unteren Theile des Kopflappens läuft die Grube des Nackenorgans seicht aus (Fig. 5—12).

Hirn und Nackenorgane zeigen bei *Arenicola Claparedii* (Lev.) eine Weiterbildung, welche mit der Ausgestaltung der Seitentheile des Kopflappens zu kegelförmigen Lappen Hand in Hand geht. Diese sind hohl, von lockerem Gewebe erfüllt, reich an Blutgefäßen und zumal auf der oberen Fläche mit einer reichen Nervenschicht ausgestattet. Das Hirn ähnelt dem von *Arenicola marina*, in so fern es im vorderen Theile breiter als im hinteren ist; doch ist es auch im Allgemeinen breiter und flacher als dieses; seine obere Fläche ist von einer breiten, tiefen Furche längsgetheilt, die untere Fläche ist stumpf keilförmig. Die Schlundringkommissuren gehen breit in die Vorderecken des Hirnes über.

Die Nackenorgane sind tiefe Gruben, die von einem hohen drüsenlosen Epithel ausgekleidet sind, das in der Tiefe auf der lateralen Wand lange Flimmerhaare trägt. Der Eingang zu ihnen liegt am seitlichen Umfang der oberen und hinteren Kopflappenstrecke, seitlich von dem Ursprunge des äußeren Randes der Kopflappenzipfel, welche ausgestreckt sie überlagern. Diese Eingangsöffnung ist schmal spaltförmig, am Seitentheil des Kopflappens in der Richtung von oben nach unten wenig ausgedehnt. Da die Einstülpung, welche die Grube bildet, sich weit unter die Eingangsöffnung in die Tiefe erstreckt, so erscheinen die Nackenorgane hier als tiefe Taschen mit enger Öffnung, welche sich weit abwärts jederseits neben dem Hirn in die Substanz des Kopflappens einsenken. Die flimmernde und Nerven ausbreitung führende Epithelfläche ist daher, verglichen mit den Verhältnissen bei *Arenicola marina*, in viel beschränkterer Weise mit der Außenwelt in Verbindung gesetzt, während die Seitentheile des Kopflappens, zu tentakel-

artigen Fortsätzen verlängert, ihren engen Eingang überlagern können (Fig. 23—28).

Über die Bildung des Gehirns und der Nackenorgane bei *Arenicola antillensis* (Ltk.) bin ich unzulänglich unterrichtet, da das einzige mir für anatomische Untersuchung zu Gebot stehende Stück nicht gut genug konservirt war, um die Hirnbildung genauer zu erkennen. So viel steht aber fest, dass im hinteren Theile der Platte, welche ich als oberen Kopflappen bezeichnet, ein Nervenknotten, das Gehirn, liegt, und dass danach die Deutung der Platte als Kopflappen richtig ist.

Dann ist für diesen nicht sowohl die geringe Wölbung, als vielmehr der Mangel von Fortsätzen der seitlichen Vorderecken bedeutungsvoll, welche die vorher genannten Arten besitzen, und die man als gering entwickelte Anhänge des Kopflappens bezeichnen kann. Dazu gesellt sich die besondere Bildung, welche die Nackenorgane besitzen. Denn jener tiefe Spalt, welcher am hinteren Rand des Kopflappens steht (Fig. 30), ist eine mediane gemeinsame Eingangsöffnung zu einer tiefen Grube, welche im Grunde mit hohen Wimperhaaren ausgekleidet und daher unzweifelhaft als eine Nackengrube zu bezeichnen ist, welche in dieser medianen Lage eine Vereinigung der bei den anderen Arten getrennten seitlichen Gruben darstellt.

Diese Form der Bildung des Kopflappens und der Nackenorgane führt von der Gestaltung, welche die gleichen Theile bei *Arenicola marina* (L.) und *Claparedii* (Lev.) besitzen, zu jener hinüber, welche sich bei *Arenicola Grubii* (Clprd.) findet, und die am weitesten von dem Verhalten der letztgenannten Arten sich entfernt. Denn bei *Arenicola Grubii* (Clprd.) ist der als Kopflappen anzusprechende Abschnitt der dorsalen Rückenfläche des vorderen Körperendes in keiner Weise aus seiner Umgebung hervorgehoben, und nur der Nachweis der Lage des Hirns in ihm giebt über seine Bedeutung Auskunft. Es ist der Bezirk, welcher vor der zur Seite der Medianebene winklig gebrochenen, am Umfang bis etwa auf die halbe Körperhöhe herabreichenden Furche gelegen ist, in welchem sich das Hirn befindet (Fig. 33, 34). In diesem aber haben wir keinen hoch gewölbten Knoten vor uns, sondern vielmehr einen nach der Konvexität des Rückens gekrümmten querziehenden Balken, welcher die Enden der Connective des Schlundringes jederseits aufnimmt, ohne viel größere Mächtigkeit als diese zu haben. Die Fig. 44—48 geben eine Vorstellung von dieser Hirnbildung, welche wie eine große dorsale Kommissur erscheint, und an den Charakter der Ringnerven erinnert, welche vom Bauchmarke ausgehen. Vom hinteren Rande des Hirns gehen starke Nervenstämme nach hinten und aufwärts; sie innerviren die Nackenorgane. Deren Lage ist

äußerlich durch die jederseits am Seitenumfange des Kopfabschnittes abwärts ziehende Furche gekennzeichnet; denn diese Furche ist der Eingang zu einem Nackenorgan jederseits, welche als eine bis zur halben Körperhöhe abwärts sich erstreckende taschenförmige Einziehung nach hinten gewendet in die Tiefe geht; gekennzeichnet ist diese breite Grube als Sinnesorgan durch das hohe, lange Flimmerhaare tragende Epithel, welches die Grubenwände bekleidet. Die hauptsächliche Ausbreitung der Nerven ist aber wohl in einer cristenartigen Erhebung zu suchen, welche im Grunde der Tasche in deren Lichtung hineinragt, und die mit einem sehr hohen und dünnen, gleichfalls cilientragenden Epithel bekleidet wird (cf. Fig. 38—44).

Fast man die verschiedenen Formen dieser Kopflappen und Nackenorgane gruppenweise zusammen, so ordnen sich neben einander *Arenicola Claparedii* (Lev.), bei welcher der Kopflappen die größten anhangähnlichen Vorderecken mit ausgezeichneter Innervirung, und tief eingesunkene Nackenorgane mit enger Eingangsöffnung besitzt, und *Arenicola marina* (L.), bei welcher die gleichen Bildungen, aber weniger scharf ausgeprägt, vorhanden sind; während andererseits *Arenicola Grubii* (Clprd.) durch die völlige Verstreichung der Kopflappenplatte, die kommissurelle Gestaltung des Hirns und die weit ausgedehnten und frei geöffneten Nackenorgane davon am weitesten entfernt steht, weiter — auch in Rücksicht auf die übrige Körperbildung — als die *Arenicola antillensis*, bei welcher eine Kopflappenplatte, wenn auch ohne Anhänge, doch abgegrenzt ist, und bei welcher der Eingang in das Nackenorgan weniger weit sich öffnet.

Diese Formverwandtschaften fallen mit Ähnlichkeiten im Verhalten des Gehörorgans zusammen; in der letzten Gruppe die Otocysten, in der ersten die Otocrypte und die völlig offene Grube. Da liegt die Vorstellung nahe, dass zwischen beiden Organsystemen, dem Kopflappen mit den Nackenorganen einerseits und den ungleich ausgestalteten Gehörapparaten andererseits eine Correlation besteht. Die Arten, bei welchen der Kopflappen die Vorderecken, wie reich innervirte Kopfanhänge trägt, haben bei der geringeren Ausbildung die Otocrypte mit Fremdkörpern (*Ar. marina* (L.)), bei der höchsten Ausgestaltung die einfache taschenförmige Grube (*Ar. Claparedii*); während die beiden Arten, bei denen der Sinneswahrnehmung dienende Vorsprünge am Kopflappen fehlen, *Ar. Grubii* (Clprd.) und *antillensis* (Ltk.) die geschlossene Otocyste mit selbsterzeugten Otolithen, den in dieser Hinsicht höchst entwickelten Sinnesapparat besitzen.

Diese Correlation kann auch in Verbindung stehen mit Gestaltungszuständen des gesammten Vorderendes, in so fern als die kommissuren-

artige Bildung des Hirnes und die weit geöffneten Nackenorgane, wie sie *Ar. Grubii* (Clprd.) besitzt, mit den Otocysten verbunden sind, während bei der Konzentrirung der Nervenmasse in einem gedrungenen Hirnknoten und der Zusammenziehung der Nackenorgane die niederen Stufen der Otocrypte auftreten.

Wollte man danach ein Urtheil über die morphologische Stellung abgeben, welche der Otocrypte zuzuschreiben ist, so würde das auf die Beantwortung der Frage zurückgeschoben werden, ob die Ausrüstung des Kopflappens mit sensoriiellen Anhängen als eine Restbildung von höher ausgestatteten, etwa vaganten Annelidenformen aufzufassen, oder ein Neuerwerb bei Thieren ist, deren Vorläufer einfachste Kopflappenbildung und kommissurelle Hirnbildung gehabt haben, oder anders ausgedrückt, ob der Verlust von sensoriiellen Anhängen des Kopflappens mit dem Erwerb von Gehörorganen verknüpft war oder ob die Ausbildung des Kopflappens und seiner innervirten Fortsätze mit der Rückbildung der Gehörorgane in Zusammenhang stand. Diese Frage bleibt zur Zeit unentschieden, da die Familie der Telethusen in ihrer systematischen Stellung zu anderen Familien der Polychäten durchaus nicht klar vorliegt. Stellt man sie, wie LEVINSEN es gethan, mit den Amphinomiden einerseits und mit den Scalibregmiden andererseits zusammen, und lässt man die Entwicklung von den vaganten Amphinomiden zu den beiden sedentären anderen Gruppen durch Rückbildung sich vollziehen, so wird man in dem allmählichen Verlust der Kiemen den Weg der Entwicklung sehen können, an dessen Eingang Formen wie *Arenicola Grubii* stehen, dann würde *Arenicola marina* und *Claparedii* auf diesem Wege vorgeschritten, die Zustände ihrer Gehörorgane als rückgebildete zu betrachten sein. Diese Arten würden in der Bildung des Kopflappens nach den Scalibregmiden hinweisen, bei denen die Kiemen noch beschränkter sind und denen Gehörorgane zu fehlen scheinen. Doch sind solche Spekulationen zur Zeit ohne sicheren Boden aufgebaut.

Desshalb wäre der Versuch zu machen, einem Verständnis dieser Gehörorgane und ihrer Beziehungen zu einander, in anderer Weise nahe zu kommen.

Aus diesem Gesichtspunkte möchte ich die Frage erörtern, zu welchem Kreise von Organen nach ihrem morphologischen Verhalten die Gehörorgane der *Arenicola*, und weiter der übrigen gleich gestalteten Organe in Borstenwürmern zu stellen, wo ihre Homologien zu suchen sind.

SPENGL¹ hat die Vermuthung ausgesprochen, die Gehörorgane

¹ SPENGL, *Oligognathus Bonelliae*. Mittheilungen aus der Zoolog. Station zu Neapel. Bd. III. 1882. p. 34.

der *Arenicola* möchten aus ursprünglichen Nackenorganen hervorgegangen sein, deren *Arenicola* entbehre. EISIG¹ lehnt diese Auffassung ab; für ihn sind diese Gehörorgane »specielle Errungenschaften ihrer Träger«.

Mit der Verwerfung der SPENGL'Schen Auffassung bin ich einverstanden, aber aus anderen Gründen als denen, welche EISIG beigebracht hat.

Dass die Gehörorgane der *Arenicola* nicht aus Nackenorganen hervorgegangen sind, ergibt sich ohne Weiteres daraus, dass diese Würmer die Nackenorgane in ausgezeichneter Weise besitzen. Aber auch sonst darf man für beide Organe eine nähere Verwandtschaft nicht behaupten. Die Nackenorgane werden vom Gehirn aus innervirt, sie gehören zu dem Kopflappen, sind Bestandtheile des Prosoma, und gehen auf die Umbrella der Trochophora zurück; ja es dürfte zu prüfen bleiben, ob sie nicht zu den paarigen Sinnesorganen, welche nicht selten als wimpernde Grube neben der Scheitelplatte der Trochophora auftreten, morphologische Beziehungen haben. Es ist dabei nicht ausgeschlossen, dass Sinnesapparate, welche zu ihrer Kategorie gehören, auch am Rumpfe vorkommen. Jene Form der Nackenorgane, bei denen im Grunde der taschenförmigen Hauteinziehung ein Vorsprung sich erhebt, erinnert an die Gestaltung der Organe der Seitenlinie.

Die Gehörorgane der *Arenicola* erhalten ihre Innervirung dagegen nicht vom Hirn, sondern von den Schlundringschenkeln, und zwar in solcher Weise, dass ihre nächsten morphologischen Beziehungen sowohl danach, wie nach ihrer Stellung an der Körperwand zu Organen oder Organanlagen des Rumpfes zu suchen sind.

Ich habe oben gezeigt, dass das Buccalsegment der *Arenicola* dreiringelig ist wie das erste borstentragende Segment, ferner dass vom seitlichen Umfange der Schlundringschenkel ringförmige Nerven auf den Grenzen der Ringel entspringen und in gleicher Weise wie in den borstentragenden Segmenten verlaufen. Diese tragen die Parapodien am Seitenumfange des ersten Ringels eines jeden Segmentes, und eine muskelfreie längslaufende Strecke verbindet auf der inneren Oberfläche der Körperwand die Einpflanzungsstellen der dorsalen Borstensäcke unter einander. Eine Verlängerung dieser Linie nach vorn in das Buccalsegment hinein führt zu dem Ort, an welchem bei *Arenicola marina* (L.) die Einstülpung des Gehörorgans auf dem ersten Ringel des Buccalsegmentes steht; es unterliegt mir danach keinem Zweifel, dass nach seiner Stellung zur Körperwand das Gehörorgan sich wie ein dorsales

¹ EISIG, Monographie der Capitelliden. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 1887. p. 499.

Parapodium verhält, und ich nehme keinen Anstand, was vom Gehörorgan der *Arenicola marina* (L.) gilt, auf die Gehörorgane der anderen *Arenicolen* zu übertragen.

Fraglich kann es sein, ob der Zusammenhang der hier zusammengestellten Organe mit dem Nervensystem gleichwerthig ist. An das Gehörorgan tritt vom Schlundringschenkel ab ein ansehnlicher Nerv; nach seiner Stellung möchte ich diesen als homodynam zu dem ersten Ringnerven der borstentragenden Segmente auffassen; dass er seine Hauptmasse, wenn nicht alle Fasern, an das Gehörorgan abgiebt, fällt wohl mit dieser gesteigerten sensorischen Bedeutung zusammen. Die an gleichem Orte eingepflanzten dorsalen Parapodien sind nicht in gleicher Weise so unmittelbar an den Ringnerven angeschlossen, sondern stehen eine Strecke von ihm ab, und erhalten ihre Innervierung aus dem subepithelialen Nervennetz, welches aus dem Ringnerven hervorgeht.

Es könnte nach diesen Erörterungen scheinen als ob die Einstülpung, welche das Gehörorgan der *Arenicola marina* (L.) bildet, dem Borstensacke eines dorsalen Parapodiums gleich zu setzen sei, die Sekretmassen, welche die aufgenommenen Fremdkörper umhüllen, dem zu Borsten gestalteten Sekrete der Borstensäcke entsprächen; und das um so mehr, als RETZIUS¹ auf der Wand des Borstensackes von *Arenicola* eine Nervenaustrittsstelle nachgewiesen hat. Was von der Otocyste der *Ar. marina* gilt, ließe sich auf die Otocysten anderer Arten übertragen. Allein eine solche Zurückführung der Otocyste auf eine Borstentasche ist nicht stichhaltig, sobald man Gehörorgane anderer Borstenwürmer mit in den Kreis der Betrachtung zieht.

Da zeigt sich zunächst, dass, so weit unsere Kenntnisse jetzt reichen, diese Organe nur bei einem kleinen Kreise von Familien vorhanden sind. Nachdem KLEINENBERG² die Otocysten, welche GREEFF von Alciopiden beschrieben hatte, auf ihre wahre Bedeutung zurückgeführt hat, ist in keiner Familie der Borstenwürmer, welche nach alter Weise als *Errantia* bezeichnet werden, das Vorkommen von Gehörorganen bekannt. QUATREFAGES³ hatte allerdings angegeben, bei *Eunice sanguinea* Gehörorgane gefunden zu haben; allein schon die Bemerkung, dass unter zahlreichen Anatomien dieses Wurmes ihm nur zweimal die Bläschen vorgekommen seien, die er für Gehörorgane ansprechen möchte,

¹ G. RETZIUS, Über Nervenendigungen an den Parapodienborsten. Verhandl. d. biol. Vereins in Stockholm. Bd. III. 1894. p. 85. Taf. IV, Fig. 5.

² N. KLEINENBERG, Die Entwicklung des Annelids. Diese Zeitschr. Bd. XLIV. 1886. p. 78.

³ A. DE QUATREFAGES, Études sur les types inférieurs de l'embranchement des Annelés. Annales des sc. natur. Sér. 3. T. XIII. 1850. p. 30.

lässt die richtige Deutung dieser Beobachtung sehr zweifelhaft erscheinen. Von keinem der Zoologen, welche später sich mit der Anatomie der Eunice befasst haben, ist je eine ähnliche Bildung beschrieben.

Die von ED. MEYER¹ aus dem Hirn von *Polyopthalmus pictus* beschriebenen und als Gehörgänge gedeuteten Blasen, sind, wenn man ihnen auch eine akustische Bedeutung lassen will, wohl schwerlich nach ihrer morphologischen Bedeutung in den Kreis der hier behandelten Otocysten oder Otocysten zu ziehen. Die gegebene Beschreibung gestattet kein sicheres Urtheil; weiter zu prüfen sind diese Gebilde besonders mit Rücksicht darauf, dass sie in der Dreizahl mit einem unpaaren Stücke auftreten.

Es sind zunächst besonders tubikole oder solche sedentäre Borstentwürmer, bei denen die Bildung von Cirren und ähnlichen Sinnesapparate tragenden Körperanhängen an den Parapodien gekümmert oder ausgeblieben ist. Insbesondere handelt es sich um die Familien der Sabellidae, dann aber weiter der Ariciidae. Unter den Sabelliden sind Gehörgänge, wie es scheint überall Otolithen führende Otocysten, seit Langem von der Gattung *Fabricia* (*Amphicora*) bekannt, wo sie zuerst wohl QUATREFAGES² beschrieben hat; LANGERHANS³ hat dann den Kreis der verwandten Gattungen, bei denen sich Otocysten finden, erheblich erweitert, indem er neben der *Fabricia* nahe stehenden Gattung *Oria* (*Otrfg.*) entferntere Sabelliden-Gattungen, *Jasmineira* und *Chone*, als Ohren besitzende nachwies, gleichzeitig aber auch eine *Fabricia nigra* erwähnt, welcher die Gehörkapseln fehlen. In allen diesen Würmern liegen die Gehörkapseln in dem Segment, welches ich als das erste des Rumpfes bezeichne; und da sie hart neben den Schenkeln des Schlundringes stehen, werden sie wohl von diesem aus innervirt; doch bleibt das näher zu prüfen. Für *Branchiomma*, einer anderen Sabellidengattung, hat nämlich BRUNOTTE angegeben, dass sie im Bereiche des ersten Segmentes Otocysten trage, welche durch einen Nerven mit dem Gehirn in Verbindung ständen⁴. Für die uns beschäftigenden Verhältnisse ist es von Wichtigkeit, dass in allen diesen Würmern neben den Otocysten Borsten führende dorsale Parapodien vorkommen, allerdings bisweilen, wie es BRUNOTTE für *Branchiomma*

¹ ED. MEYER, Zur Anatomie und Histologie von *Polyopthalmus pictus* Clap. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XXI. 1882. p. 804.

² A. DE QUATREFAGES, a. a. O. p. 29.

³ P. LANGERHANS, Die Wurmfauna von Madeira. III. Diese Zeitschr. Bd. XXXIV. p. 412.

⁴ Ich berichte das nach der Angabe des zool. Jahresberichtes für 1888 (Zool. Station Neapel), da ich die Originalarbeit nicht einsehen konnte. Die Innervierung von Otocysten der Anneliden vom Hirn aus ist mehrere Male irrthümlich behauptet.

besonders angeht, verkümmert; doch braucht man diese Verkümmernung nicht mit der Entwicklung von Otocysten in Verbindung zu setzen, da dies eine fast allgemeine Erscheinung bei den Polychäten ist und wohl allgemein unter dem Einflusse der Bildung der Kopfstrecke sich vollzieht. — Eine genauere Untersuchung verlangt in Rücksicht auf diesen Punkt *Leptochone aesthetica* (Clprd.), da sie nach CLAPARÈDE's¹ Mittheilung im ersten borstentragenden Segment jederseits zwei oder drei Otocysten trägt.

Von größerem Interesse als diese Verhältnisse bei den Sabelliden sind die von Ariciiden bekannt gewordenen Verhältnisse, mit welchen die Otocysten hier auftreten. BOBRETZKY hatte an einer *Aricia capsulifera* des schwarzen Meeres und später zusammen mit MARION² an der *Aricia Oerstedii* (Clap.) des Mittelmeeres vom dritten und vom fünften Segment ab auf den folgenden Segmenten je ein Paar Gehörkapseln gefunden, deren Zahl (drei oder fünf) nach den Arten, wie auch individuell wechselte; die Gehörorgane tragenden Segmente besitzen Parapodien mit Borsten. LANGERHANS³ hat für diese Verhältnisse eine bedeutsame Erweiterung kennen gelehrt; nach seinen Beobachtungen steht bei *Aricia acustica* auf dem 8. bis 11. Segment ein Paar Gehörkapseln, welche Otolithen besitzen, die durch Flimmern auf der Innenwand der Gehörblase bewegt werden; »vor der Kapsel liegt ein kleines Grübchen in der Haut und es scheint, als münde ein feiner Gang hier aus, der die Kapsel mit dem umgebenden Medium verbindet«. Die Abbildung zeigt, dass die Segmente neben diesen Gehörkapseln Borsten tragen. »Hinter den mit Ohren versehenen Segmenten hat jedes Segment fast an derselben Stelle offene Wimpergrübchen; es liegt nahe, in diesen Vorläufer oder Jugendstadien der Kapseln zu vermuthen.«

Aus dieser Zusammenstellung geht sicher hervor, dass das eingestülpte Gehörorgan dem Borstensacke eines Parapodium nicht gleich zu setzen ist, da es neben einem solchen vorkommt; und hätte man bei tubikolen Anneliden etwa daran denken können, dass der neurale oder hämale Theil eines gesammten Parapodium unterdrückt und zu einer Otocyste umgewandelt sei, so weisen die Befunde der *Aricia acustica* solche Deutung ab, da hier beide Parapodialäste, der dorsale und ventrale, neben den Otocysten bestehen.

Ist aber andererseits durch diese Verhältnisse, bei denen die Otocysten in segmentaler Vertheilung auftreten, ihr Zusammenhang mit

¹ ED. CLAPARÈDE, Les Annélides du Golfe de Naples. Supplement. 1870. p. 152.

² A. F. MARION et N. BOBRETZKY, Annélides du Golfe de Marseille. Annales des sc. nat. Zoolog. Sér. 6. T. II. 1875. p. 68.

³ a. a. O. p. 88.

den Parapodien im Allgemeinen bewiesen, so entsteht die Frage, ob sie auf einen in den Kreis der parapodialen Bildungen gehörenden Bestandtheil aus der Seitenregion der Segmente zurückzuführen sind, oder ob die Otocysten Bildungen besonderer Art, »Neuerwerbungen« in diesem Kreise der Würmer sind. Da sie nun sensorielle Apparate sind, wie das aus ihrem Zusammenhange mit einem Nerven hervorgeht, der an einem Ursprunge eine Anhäufung von Ganglienzellen besitzt, so wird man ihre Beziehungen zu Sinnesapparaten im Bereiche der Parapodien, worauf ihre Stellung hinweist, zu suchen haben.

Von den Sinnesapparaten, welche hier in Betracht kommen, scheiden die Seitenorgane, welche EISIG¹ von den Capitelliden beschrieben hat, und darauf zurückzuführende Apparate aus, da sie zwischen dem ventralen und dorsalen Bestandtheile eines Parapodium, im engsten Sinne auf der »Seitenlinie« gelegen sind; ihnen entsprechen vielleicht die fadenförmigen Papillen, welche bei *Arenicola antillensis* (Ltk.) unterhalb des dorsalen Ruderastes, vor und hinter dem oberen Ende der Reihe der Hakenborsten stehen. Die Otocysten haben aber zum dorsalen Parapodium Beziehung, da sie bei *Aricia* über dessen Basis liegen.

EISIG hat die Seitenorgane der Capitelliden auf parapodiale Cirren zurückgeführt. Ob es dabei ganz zutreffend ist, den Cirrus an den Parapodien der Glycereen als einen intrapodialen aufzufassen und von ihm Organe der Seitenlinie mit ihrer Stellung zwischen dem ventralen und dorsalen Parapodium herzuleiten, ist mir zweifelhaft; ich halte, auch mit Rücksicht auf die Verhältnisse bei *Goniada*, diesen Cirrus der *Glycerea* für einen dorsalen oder suprapodialen. Gegen die Vorstellung aber, sensorielle Apparate von Cirrengestalt in solcher Weise, wie es EISIG thut, mit Sinnesapparaten, welche in Gruben des Integumentes aufgenommen werden, zu verbinden, ist wohl nichts einzuwenden. Und dann ist es zulässig, eine Otocrypte und Otocyste auf die Anlage eines dorsalen Cirrus und seine Umgebung an einem Parapodium zurückzubeziehen. An der Herstellung der Grubenwand betheilt sich dann die Körperwand auch mit ihren drüsigen Elementen. Dass zunächst *Arenicola* das Vermögen hat cirrenartige Bildungen über den Parapodien zu erzeugen, geht aus dem Besitz der Kiemen hervor, die morphologisch unzweifelhaft auf Cirren oder deren Anlagen zurückgehen, und die neben der in erster Linie stehenden respiratorischen Funktion sich durch hohe Sensibilität auszeichnen; wenn an diesen Kiemen Sinneshärcchen nicht vorhanden — ich habe wenigstens solche bislang hier nicht gesehen —

¹ EISIG, Monographie der Capitelliden. p. 504.

und sie daher zu specialisirten Sinnesapparaten nicht ausgestaltet sind, so fällt das wohl mit dem allgemeinen Verhalten des Integumentes dieser Würmer zusammen, welches bei hoher Empfindlichkeit keine Sinneshäärchen, und also wohl nur interepitheliale Nervenendigungen besitzt. Das kann gegenüber dem Umstande, dass auch im Gehörorgane der Würmer keine Endhäärchen oder Stäbchen auf den Epithelien beobachtet wurden, von Bedeutung sein.

Für die Frage, ob Gehörorgane von Anneliden und dorsale Cirren sich vertreten, die einen aus den anderen hervorgehen können, würde das Verhalten der *Aricia* von Entscheidung sein können, in so fern als das Nebeneinander beider Bildungen an demselben Segment die Frage verneinen würde. Leider haben alle Autoren, welche Ohren tragende *Aricien*, die ich bislang nicht erhalten konnte, beschrieben haben, ganz unzulängliche Schilderungen der Würmer gegeben; aus der Abbildung, welche LANGERHANS von der Lage des Gehörorgans bei *Aricia acustica* giebt, scheint hervorzugehen, dass das Parapodium, über dessen Basis die Gehörkapsel liegt, keinen als dorsalen Cirrus zu deutenden Anhang trägt; auch CLAPARÈDE's Beschreibung seiner *Aricia Oerstedii*, welche nach MARION und BOBRETZKY Otocysten besitzt, lässt Zweifel darüber bestehen, ob die Otocysten tragenden Segmente dorsale Cirren besitzen.

Mit der Feststellung dieses Verhältnisses ist aber der Beantwortung der Frage näher zu kommen, ob die Otocysten aus umgewandelten Cirrenanlagen abzuleiten oder völlige Neubildungen *sui generis* sind. Im ersten Falle kann ihre Bildung gedacht werden, ohne dass es zur Entwicklung von Parapodien kommt, da wir durch KLEINENBERG wissen, dass die Cirren der Anneliden sich vor und unabhängig von den Borstensäcken anlegen und ausbilden. In einem solchen Falle würde das auf eine Cirrusanlage zurückgehende Nervenendorgan das Ursprüngliche, die Bildung der Grube, worin dieses aufgenommen wird, das Sekundäre sein, und daraus würde sich weiter die Anschauung vertheidigen lassen, dass die indifferente Grube der *Arenicola Claparedii* (Lev.) nicht ein primitiver, sondern ein rückgebildeter Zustand sei, der aus einer mit Fremdkörpern gefüllten Otocrypte, wie sie *Arenicola marina* (L.) besitzt, hervorgegangen wäre; in beiden Fällen wäre der Entwicklungsgang einer Hemmungsbildung zu vergleichen; die reichere Ausrüstung des Kopflappens mit Sinnesapparaten hätte sich in Begleitung des Rückganges der Gehörorgane vollzogen.

Dafür, dass die Annahme eines anderen selbständigen Ursprunges der Gehörorgane in Betracht kommen könnte, will ich auf die eigenthümlichen Borsten hinweisen, welche bei allen Euniciden an der Basis

des Rückencirrus in einer Einziehung des Integumentes eingeschlossen liegen. In der Regel bringt man diese Borsten mit der Rückbildung eines dorsalen Parapodium-Astes in Verbindung. Ich habe bereits an einem anderen Orte ¹ darauf hingewiesen, welche Schwierigkeiten dieser Auffassung aus dem Bau des Ruders der Staurocephaliden entgegnetreten. Ließe sich nachweisen, dass diese borstenführende Einstülpung mit dem Nervensystem verbunden ist, so wäre damit die Möglichkeit gegeben, sie mit einer Otocrypte in Verbindung zu bringen und diese hier in selbständiger Weise oder als Theilstück eines Parapodium entstehen zu lassen.

Plausibeler scheint mir aber zur Zeit die Vorstellung, die Otocysten von Cirrenanlagen abzuleiten. Das Auftreten mehrerer Otocysten an der Seitenfläche eines Segmentes, was bei *Leptochone aesthetica* nach CLAPARÈDE vorkommt, beeinträchtigt eine solche Auffassung nicht, da ja auch Cirren einer und derselben Kategorie an den Parapodien in der Mehrzahl vorhanden sind, wie bei Amphinomidern. — Wenn die Otocysten aber an Stelle von Cirren treten sollten, so würde es sich erklären, wesshalb im Kreise der so reich mit diesen Anhängen ausgerüsteten vaganten Polychäten keine Otocysten vorhanden sind. Schreibt man diesen auf den einfachsten Stufen ihrer Gestaltung nur die Bedeutung zu, Organe für die Empfindung der Gleichgewichtslage zu sein, so könnte diese Aufgabe auch von den seitlich symmetrisch stehenden Cirren der vaganten Polychäten erfüllt werden, und diese hierfür stellvertretend eintreten.

Dass aber bei der Mehrzahl der mit Otocysten ausgerüsteten sedentären Polychäten diese Organe nur im Vordertheile des Körpers vorhanden sind, hängt sicher mit der allgemeinen Erscheinung zusammen, dass bei diesen Würmern, in Verbindung mit der Lebensweise, das Vorderende des Körpers sensorieil reicher ausgestattet ist, als die hintere Körperstrecke.

Sind nach dieser Auffassung die Otocysten der Anneliden als Apparate anzusehen, die ursprünglich der Parapodialfläche des Körpers und dann in segmentaler Verbreitung zukommen, oder welche auf dem entsprechende Organisationen zurückzuführen sind, so ergeben sich daraus auch Beziehungen zu Gehörorganen in anderen Thierkreisen. Doch ist hier nach dem Bau der Organe zu sondern.

So scheiden die tympanalen Apparate der Arthropoden aus dieser Kategorie selbstverständlich aus. Es sind aber auch jene Bildungen

¹ E. EHLERS, Florida-Anneliden. *Memoirs of the Museum of comparative zoölogy at Harvard College*. Vol. XV. Cambridge 1887. p. 63.

vorläufig als eigenartig zur Seite zu stellen, bei denen die Otolithen, die man danach als Cytostereome bezeichnen kann, in Zellen eingeschlossen, oder umgewandelte Zellen sind, oder Bestandtheile von Zellen, wie den Zellkern, enthalten. Hierher gehören die Gehörgruben und Gehörblasen der Medusen, welche mit Zellen versehen sind, die Hartkörper enthalten; sowie vielleicht die »Gehörblasen« der Turbellarien mit dem festliegenden Otolithen; auch die jüngst von BÜRGER¹ erwähnten Gehörorgane im Nervensysteme der Nemertinen führe ich hier an, da deren Otolithen, wie Herr Dr. BÜRGER mir an seinen Präparaten zeigte, einen Zellkern besitzen; sowie ferner die Gehörblasen der Holothurien mit ihren zelligen »Binnenbläschen«. Ob auch der Sinneskörper am aboralen Pol der Ctenophoren hierher gehört, ist nicht klar, da die Bildung der Otolithen, die nach CHUN² eine eiweißartige Hülle besitzen, noch nicht sicher bekannt ist. Mit dieser Zusammenfassung will ich aber nicht ausdrücken, als gehörten diese Einrichtungen physiologisch oder morphologisch zusammen, sondern nur hervorheben, dass sie von den Otocrypten und Otocysten im engeren Sinne zu trennen sind, welche aus Einstülpungen des Integumentes hervorgehen, autochthone, durch Sekretion gebildete, Otolithen — ich nenne sie Pectostereome — oder Fremdkörper enthalten und epitheliale oder interepitheliale Nervenendigungen besitzen.

Vorweg mag darauf hingewiesen sein, dass derartige Sinnesapparate bei den eudipleuren Thieren in der Seitenfläche des Körpers besonders geeignet erscheinen, die Gleichgewichtslage des Körpers zu kontrolliren, und dass bei langgestreckten, sehr beweglichen Thieren ihre Mehrzahl und metamere Vertheilung dann vortheilhaft erscheinen kann, wenn die einzelnen Segmente in der Gesamtorganisation eine gewisse Selbständigkeit besitzen. Dass man von ihnen mit der Annahme eines Funktionswechsels, der nicht einmal ein vollständiger zu sein braucht, auf die Anschauung von der Umbildung zu auditiven Apparaten gelangen kann, scheint einleuchtend.

Davon ausgehend kann man die nach dem Typus der Otocrypte und Otocyste gebauten Gehörorgane der Arthropoden, Mollusken und Vertebraten gemeinsam auffassen.

Für die Arthropoden kommen hier nur die Crustaceen in Betracht, bei denen die in die Basaltheile der Segmentanhänge gelagerten Otocrypten und Otocysten dem Verhalten, welches die Gliederwürmer

¹ O. BÜRGER, Vorläufige Mittheilungen über Untersuchungen an Nemertinen des Golfes von Neapel. Nachrichten von der kgl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. 1894. Nr. 9. p. 287.

² CHUN, Die Ctenophoren des Golfes von Neapel. 1880. p. 143, 165.

zeigen, nicht nur deshalb nahe kommen, weil die Extremitäten, welche die Gehörorgane tragen, auf die Seitenfläche des Körpers zu beziehen sind, sondern auch deshalb, weil die Gehörorgane hier noch am hinteren und vorderen Ende des Körpers auftreten und damit auf eine ursprünglich weitere, wohl metamere Vertheilung am Körper hindeuten; das Auftreten der *Crista acustica* spricht für ihre auditive Funktion; ob die offenen Fremdkörper führenden *Otocrypten* einen primitiven oder rückgebildeten Zustand darstellen, lasse ich unerörtert.

Nicht so leicht lassen sich die Gehörorgane der Mollusken von hier aus deuten. Dass sie in allen Abtheilungen des Molluskenstammes trotz ungleicher Lage und Ausrüstung gleichwerthig sind, wird wohl nicht beanstandet; und dass die *Otocysten*, so weit ihre Entwicklung bekannt ist, Vorläufer in *Otocrypten* gehabt haben, ja dass offene mit Sandkörnern gefüllte *Otocrypten* bei niedrig gestellten *Lamellibranchiaten* (*Nuculiden*) vorhanden sind, spricht für die Annahme, dass sie alle dem weiteren hier vereinigten Kreise angehören. In vielen Fällen ist dann ihre Ausbildung eine solche, dass man nach dem Besitz von Sinneshärrchen an auditive Apparate denken muss.

Dass die Gehörorgane, so weit bis jetzt bekannt, bei allen Mollusken nur in einem Paar vorhanden sind, hat für die Thiere, welche dem »kurzen gedrungenen Typus« angehören, nichts Überraschendes. Erheblichere Schwierigkeiten, diese Gehörorgane mit denen der Anneliden zusammenzustellen, bereitet der Umstand, dass sie in vielen Fällen vom Oberschlundganglion innervirt werden, ein Verhalten, was dann um so eigenthümlicher erscheint, wenn die Organe dabei völlig ventrale Lagerung besitzen. Diese Schwierigkeit wird gehoben, wenn man der zuletzt von THIELE¹ geäußerten Auffassung beitrifft, dass die *Otocysten* der Mollusken ventral gelegene Sinnesorgane seien, deren primitive Nervencentren die Pleuralganglien wären. Diese Pleuralganglien werden als Differenzirungen aus den Bauchsträngen, diese aber als das Homologon des Bauchmarkes der Anneliden aufgefasst. Ja, die Innervation der nach außen geöffneten *Otocrypten* bei den *Nuculiden* kann vielleicht nach Angaben von PELSENEER² unmittelbar vom Pedalganglion aus erfolgen, ist wenigstens darauf hin noch einmal zu prüfen. Der Nerv der *Otocysten* entspringt nahe dem pedalen Ganglion aus dem gemeinsamen Stamm der cerebro- und pleuropedalen Connective, die in dieser Verbindung sehr an die Schlundringconnective

¹ THIELE, Beiträge zur Kenntniss der Mollusken. Diese Zeitschr. Bd. LIII. p. 587.

² PAUL PELSENEER, Contribution à l'étude des Lamellibranches. Archives de Biologie. T. XI. p. 458 f. und Pl. VIII, Fig. G (Leda).

der Anneliden erinnern, welche Otocysten und Otocrypten innerviren, sicher aber dem Bauchmarke zuzurechnen sind. — Jene Fälle, in denen die Innervation des Gehörorgans vom Oberschlundganglion ab erfolgt, sind dann vielleicht später erworbene Zustände, bei denen Nervencentren auf den Bahnen der Connective aus den pedalen oder pleuralen Ganglien in die cerebralen verschoben sind; solche Umlagerungsvorgänge im Nervensystem der Mollusken nimmt dessen morphologische Betrachtung ja mehrfach an. Danach wären die primitiven Lagerungsverhältnisse der Otocysten bei den Mollusken auf jene zu beziehen, die sich bei den gegliederten Würmern finden, und ihre Beziehungen zu einander würden noch klarer sein, wenn man mit Sicherheit die Bestandtheile der pleuralen Ganglien mit nervösen Bezirken, welche der Seitenfläche des Wurmkörpers entsprechen, in Verbindung bringen darf. — Da, wo Dysdipleurie den Molluskenkörper beherrscht, sind, so viel ich weiß, die Otocysten im Gegensatz zu den Osphradien davon nicht berührt; es wäre das für Organe der Gleichgewichtslage von besonderer Bedeutung, wenn nicht die Hauptcentren des Nervensystems der Mollusken dem Einfluss dieser Umgestaltung überhaupt entzogen blieben; die tiefe Lagerung der Otocysten mag auf einen Einfluss der Dysdipleurie zurückgehen, wenn sie nicht, wie bei den eudipleuren Pelekypoden durch die besondere Gestaltung des Fußes veranlasst wird.

Für die Gehörorgane der Wirbelthiere, welche alle auf Otocrypten zurückgehen und nur in seltenen Fällen als solche verharren, dann aber nicht Fremdkörper sondern selbst erzeugte Otolithen besitzen, hat früher schon MAYSER¹ auf deren verwandtschaftliche Beziehungen zu den Organen der Seitenlinie der Ichthyopsiden hingewiesen, besonders mit Rücksicht auf die Verbindung der Nerven, welche das Gehörorgan und die Seitenorgane versorgen. Neuerdings haben P. und F. SARASIN² aus der Kopfhaut von Larven der Ichthyophis Nervenendapparate als »Nebenohren« beschrieben, welche in den Kreis der Organe der Seitenlinie einzubeziehen sind. Ich habe zur Stütze dieser Auffassungen Neues nicht vorzubringen, und beschränke mich hier darauf, auf sie im Zusammenhang mit den geschilderten Verhältnissen hinzuweisen. Es würde nach dieser Auffassung auch hier das Gehörorgan auf Sinnesorgane der Seitenfläche des Körpers zurückzuführen sein. Diese möchten dann aber in ihrem jetzigen Verhalten bei Ichthyopsi-

¹ P. MAYSER, Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn der Knochenfische. Diese Zeitschr. Bd. XXXVI. 1882. p. 309f.

² P. und F. SARASIN, Einige Punkte aus der Entwicklungsgeschichte von Ichthyophis glutinosus. Zool. Anz. X. 1887. Nr. 248. p. 194. Ergebnisse naturwiss. Forschungen auf Ceylon. Bd. II. 2. Heft. 1887. p. 46.

den durch Sonderentwicklung gleichfalls von ihrem anfänglichen Verhalten aus weiter ausgebildet und umgewandelt sein.

In solcher Zusammenfassung sind Otocrypten und Otocysten der Anneliden, Arthropoden, Mollusken und Vertebraten zusammengestellt, zunächst nach der gleichförmigen Bildung, mit welcher sie auf nervöse Endapparate zurückgehen, die an taschenförmige Einziehungen des ektodermalen Epithels mit freiliegenden Hartgebilden gebunden sind, ganz abgesehen von der Thätigkeit, welche die Wahrnehmung der Gleichgewichtslage oder der Gehörempfindung oder beide zusammen vermitteln kann. Sie alle aber gehen auf Organe oder deren Anlagen zurück, welche den Seitenflächen des Rumpftheiles des Körpers angehören und hier in eudipleurer Lage auftreten. Ihre Beschränkung auf den Vordertheil des Körpers oder auf einen Kopfabschnitt gehört einem späteren Vorgange an. Diese eudipleure Lagerung weist auf die Beziehung der Apparate zur Empfindung der Gleichgewichtslage hin, und diese ist wohl die ursprüngliche Funktion der Otolithen führenden Organe, mit welcher die akustische Sinneswahrnehmung sich verknüpft. Dann erscheint es verständlich, warum die Stellung dieser Apparate zum Körper auf bestimmte Regionen in symmetrischer Lage beschränkt ist, und nicht in gleicher Weise wechselt, wie das für die lichtempfindenden Apparate zulässig ist, die wie die Seitenaugen des Polyopthalmus, die Schwanzaugen der mit dem Hinterende vorankriechenden Fabricien und ihrer Verwandten, die Tentakelaugen der Serpuliden, oder die Mantelrandaugen der Muscheln und die Rückenaugen der Onchidien und Chitoniden sich an allen Theilen der Körperoberfläche entwickeln, die dem Reiz erzeugenden Lichte zugänglich sind. Ausschließlich akustische Apparate ließen sich in gleicher Weise auf die gesammte innervirte Körperoberfläche zurückführen, Apparate für die Empfindung der Gleichgewichtslage wird man in Beziehung zu den Symmetrieverhältnissen des Körpers bringen.

Dagegen ist über die Homologien dieser zusammengestellten Sinnesapparate mit äquilibristischer oder akustischer Bedeutung zu einander und mit anderen Sinnesapparaten, welche gleichfalls von der Seitenfläche des Körpers erzeugt werden, ein abschließendes Urtheil noch nicht zu fällen; vor Allem berechtigt noch nichts zu dem Schluss, dass es sich hier um homogenetische Homologien handeln müsse. Wohl mag man die Vorstellung gelten lassen, dass ein Integument, wie das der Arenicola, auf welchem vielleicht in Anpassung an die Lebensweise keine freien Sinneshärchen stehen, eine Otocrypte oder Otocyste ohne spezifische Hörhärchen entwickelt, die doch homolog ist einer an gleichem Orte eines anderen Wurmkörpers entstandenen Hörblase, welche

eine Macula acustica besitzt, da das allgemeine Integument, aus welchem sie hervorgeht Sinneshärchen trägt; und man mag das erweitern, indem man bei solchen Spekulationen auf Vorläufer der zum Vergleich gestellten Thiere und ihre Organe zurückgreift. So mag das eine Organ als »Statocyste«, das andere auch als »Otocyste« funktioniren.

Allein es ist durchaus nicht ausgeschlossen, dass es sich bei dem hier in Rede stehenden Organe um Homoeoplasien handelt. Homoeoplastische Vorgänge können in den verschiedenen Stämmen der genannten Thiere von gleichen Bezirken der Seitenfläche aus zur Bildung von Otocysten geführt haben, wie auch die Vorstellung nicht abzuweisen ist, dass ungleiche Bezirke der innervirten Epithelschicht Ausgangspunkte für die Bildung der Apparate gewesen sein mögen, mit welchen die Organe für die Wahrnehmung der Gleichgewichtslage wie für Gehörempfindung sich entwickelt haben. Es ist a priori nicht abzuweisen, dass von den Organen der Seitenlinie mit intraparapodialer Lage solche Organe sich entwickeln konnten wie aus Nervenendapparaten, die wie Cirren an den Parapodien der Anneliden am ventralen oder dorsalen Rande der Seitenfläche standen.

Hier liegt noch ein großes Feld für Erforschung der thatsächlichen Verhältnisse vor uns, ehe die Spekulation sicher begründete Anschauungen aufstellen kann.

Göttingen, im Januar 1892.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XI.

Fig. 1. Vordere Körperstrecke der *Arenicola marina* (L.) in Seitenlage, der Kopflappen ausgestreckt; bei *O* der Eingang in das Gehörorgan. Vergr. 6.

Fig. 2. Das Vorderende desselben Thieres. Ventralansicht. Vergr. 6.

Fig. 3. Kopflappen und Rüsseleingang desselben Thieres, von vorn gesehen. Vergr. 6.

Fig. 4. Das Buccal- und erste borstentragende Segment neben der ventralen Mittellinie aufgeschnitten und ausgebreitet, nachdem das muskulöse Diaphragma (*Dph*) durchschnitten und der Vorderdarm nach vorn aus der Leibeshöhle herausgeschlagen ist; von einem Wurme, der in erschlafftem Zustande in Weingeist konservirt ist.* Die Gehörorgane (*Ot*) zeigen sich rechts und links neben dem durch die Muskulatur durchscheinenden Gehirn (*C*) als weiße Flecken in dem queren Muskelbände, welches von der Ventralfläche zum Hirn zieht. *N*, Bauchmark; *R*, Rüssel; *lmd*, dorsale Medianlinie; *lpd* und *lpv*, dorsale und ventrale Parapodiallinie. Vergr. 4.

Fig. 5, 6, 7. Drei in Abständen auf einander folgende Schnitte aus einer Reihe von Querschnitten, welche fast rechtwinkelig zur Längsachse des Körpers

stehen, so dass die linke Seite des Schnittes etwas weiter nach vorn als die rechte liegt. Das zum Schneiden verwendete Thier war mit einer 20/0igen Lösung von doppeltchromsaurem Kali und Weingeist gehärtet; die einzelnen Gewebsmassen sind in Folge dessen in lockerer Verbindung, für histologische Zwecke unbrauchbar. *C*, Kopflappen und Gehirn; *Cn*, Schlundringconnective, *Ot*, Gehörorgan; *Mc*, ringförmige, *Ml*, längslaufende, *Mtr*, querlaufende Muskulatur, theils zur Unterflache des Hirns, theils in die Rüsselwand; *G*, Gefäße. Vergr. 10.

Fig. 5. Der Kopflappen, welcher dorsoventral hinter der Vorderfläche geschnitten ist, liegt eingezogen in der Grube der vorderen Körperstrecke, welche abwärts in die Rüsselmündung führt. Von den Gehörorganen jederseits ist der Hals getroffen, links weiter nach vorn, wo er breiter ist, rechts nahe am Übergang zur Endblase, daher die ungleiche Form und Größe der Lichtung; sie liegen nach innen von der Ringmuskulatur, nach außen von der Längsmuskulatur. Die Connective des Schlundringes ziehen unter ihnen vorbei.

Fig. 6. Die Gehörorgane sind am Ende des Blasenhalses getroffen, so dass der Schnitt durch die Wand des Grundes der Blase geht; sie liegen hier einwärts von der Ringmuskulatur; die oberen Enden der Schlundringconnective treten an die Unterflache des Kopflappens.

Fig. 7. Die Gehörorgane sind im Blasentheile getroffen, welcher zwischen den zur Unterflache des Hirns ziehenden queren Muskelfasern liegt, links ist die Einmündung des Halses in die Blase geschnitten. Die Enden der Schlundringconnective treten an die Unterflache des vorderen Hirnthheiles.

Fig. 8, 9, 10, 11, 12. Schnitte aus einer Reihe von transversalen Längsschnitten durch das vordere Körperende, welche in Abständen von einander aus der dorsalen Region gegen die ventrale folgen; die Ebene der Schnitte steht nicht ganz rechtwinkelig zur Medianebene, die rechte Hälfte der Schnitte liegt etwas höher als die linke. In Fig. 8, 9, 11, 12 ist, um Platz zu sparen, nur das Vorderende mit Kopflappen, Nacken- und Gehörorgan gezeichnet. Der Wurm war mit Chromessigsäure getödtet, mit Alkohol völlig gehärtet, die Gewebe sind daher dicht; Färbung mit GRENACHER'S Karmin. Vergr. 13—14. *C*, Gehirn und Kopflappen; *Cn*, Schlundringconnective; *Ccr*, (Cephalocrypten) Nackenorgan; *Ot*, (Oto-crypte) Gehörorgan; *Mc*, ringförmige, *Ml*, längslaufende Muskulatur der Körperwand; *Mtr*, quer zum Hirn ziehende Muskelfasern; *Dph*, muskulöses Diaphragma; *R*, Rüssel; *Nc*, Ringnerven; *G*, Gefäße.

Fig. 8. Der Schnitt trifft den Kopflappen, welcher allseitig von der Körperwand umschlossen ist, in seinem höchsten Theile; im hinteren Abschnitte die beiden aufsteigenden Fortsätze des Hirns, welche die jederseits liegenden, durch hohes Epithel gekennzeichneten Nackenorgane innerviren.

Fig. 9. Die Kopflappen einschließende Höhlung ist nach vorn spaltförmig geöffnet; in sie münden die hier schmalen Nackenorgane; im hinteren Abschnitt des Kopflappens die getrennten Fortsätze des Hirns. Auf der rechten Hälfte hat der Schnitt den oberen Theil des Halses vom Gehörorgan getroffen.

Fig. 10. Im Raume des ersten Segmentes liegt der unregelmäßig gefaltete und verschobene Rüssel, an welchen sich das muskulöse Diaphragma anheftet; hinter diesem die Übergangsstrecke zum Darm; an der Körperwand die Ring- und Längsmuskulatur, und auf dem Scheitel der einspringenden Ringfurchen, welche Segmente und Ringel trennen, die Durchschnitte der Ringnerven. Vorn liegt der Kopflappen in der hier weit offenen Einziehung, in seinem Inneren das Hirn rechts und links die weiten, aber mit spaltförmiger Mündung sich öffnenden Nackenorgane;

dahinter der quere Muskel. Auf der rechten Hälfte ist das Gehörorgan so der Länge nach getroffen, dass die zusammenhängenden Lichtungen des Halses und der Blase vorliegen; links ist auf gleicher Höhe der Eingang in das Gehörorgan getroffen.

Fig. 44. Der Kopfplatten mit dem zweitheiligen Hirn liegt fast ganz frei, die neben ihm stehenden Nackenorgane sind flacher geworden, aber noch durch das hohe Epithel gekennzeichnet; die Gehörorgane sind jederseits in den Schnitt gefallen.

Fig. 42. Die Nackenorgane sind neben dem flachen freien Kopfplatten verstrichen; in ihn hinein treten die Connective des Schlundringes; rechts ist der untere Theil des Einganges in das Gehörorgan, links dieses noch ganz getroffen.

Tafel XII.

Fig. 43. Die innere Fläche der flach ausgebreiteten Körperwand der ersten Segmente von *Arenicola marina* nach Entfernung der Muskulatur. In der ventralen Mittellinie das Bauchmark mit den symmetrisch rechts und links abgehenden Ringnerven (*Nc*) im Buccalsegment sich theilend zu den Schlundringconnectiven (*Cn*), von denen in gleicher Weise ringförmig laufende Nerven abgehen, das linke Connectiv tritt auf die untere Fläche des Hirns (*C*), das rechte ist von diesem abgeschnitten. Nach außen von den Connectiven liegen die zapfenförmig einspringenden Gehörorgane (*O*); in den beiden letzten Segmenten springen die Borstensäcke der dorsalen Parapodien (*Pr*) vor. Vergr. etwa 5.

Fig. 44. Die Gehörorgane in ihrer Stellung zu den Schlundringconnectiven und dem Gehirn, freigelegt durch Fortnahme der Muskeln von der Körper- und Rüsselwand. *C*, Gehirn; *Cn*, Schlundringconnective; *N*, Bauchmark; von beiden entspringen ringförmig laufende Nerven; *O*, Gehörorgane, an der linken Seite tritt vom Connectiv ein Nervenzweig hinan; *R*, der durchschnittene Rüssel. Vergr. etwa 8.

Fig. 45. Das der Länge nach durchschnittene Gehörorgan von der rechten Hälfte des in Fig. 40 abgebildeten Schnittes. Im Halse (*H*) des Organs ändert sich, je weiter nach innen, um so mehr das Aussehen des Epithels durch Schwinden der pigmentirten Sekrete, quere Falten treten auf der inneren Strecke hervor; im Hohlraum der Blase (*Bl*) liegen einzelne Gehörsteine (*Oll*); *N*, Nervenschicht; *E*, Epithel; *Mc*, Ring-, *Ml*, Längs-, *Mt*, Quermuskel; *G*, Gefäße. Vergr. 400.

Fig. 46. Querschnitt durch Blase (*Bl*) und Endtheil des Halses (*H*) vom Gehörorgan, beide sind von Nervengewebe (*N*) umgeben, welches nach außen von einer Haut (*Mbr*) mit aufgelagerten Kernen bedeckt wird. Der Hals hat hier ein enges queres Lumen; seine Epithelien, deren Kerne scheinbar, weil der Schnitt schräg gefallen ist, geschichtet liegen, tragen im größten Theile des Umfanges von Hämatoxylin dunkel gefärbte Sekretmassen; die Linie über den hellen Epithelien kennzeichnet die Grenze der kurzen zusammengefloßenen Wimperhaare. In der Blasenwand fehlen auf diesem Schnitt drüsige Einlagerungen im Epithel, die sich auf den Nachbarschnitten finden; einzelne Gehörsteine liegen im Hohlraum der Blase. Sublimat-Alkohol. EHRLICH'S Hämatoxylin. Vergr. 274.

Fig. 47. Ein Stück aus der Blasenwand des Gehörorgans. *C*, Cuticula, am oberen Ende ein abgehobener Fetzen, welcher als feine netzförmige Zeichnung die durch die Enden der Epithelien hervorgerufene Felderung zeigt; *E*, die Epithelschicht mit der feinen Punktirung eines feinkörnigen gelben Pigmentes zwischen Cuticula und Kernregion; die dunkleren gegen die Cuticula ziehenden Linien entsprechen Kanten einzelner Zellen; bei *x* sind zwei Zellen mit den basalen Ausläufern aus ihrer normalen Lage gebracht; *N*, das Nervengewebe mit seinem Netz-

werk und Körnern, durchsetzt von den Ausläufern der Epithelzellen. Heiße Sublimatlösung. Alkohol. GRENACHER's Karmin. Vergr. 523.

Fig. 18. Die cuticulare Wand der Blase des Gehörorgans mit den darin enthaltenen Gehörsteinen und einzelnen außen anhängenden Epithelfetzen; das Gehörorgan war in 30%iger Lösung von doppeltchromsauren Kali gehärtet und in Pikrokarmilösung maceriert. Vergr. 240.

Fig. 19. Die cuticulare Auskleidung des Halses und der Blase vom Gehörorgan, in dieser Gehörsteine. Durch Maceration wie bei Fig. 18 isolirt. Vergr. 100.

Fig. 20. Isolirte Zellen aus dem Epithel des Gehörorgans. Macerationspräparat wie in Fig. 18. *a*, Zellen aus der oberen Strecke des Halses; *b* und *c*, Zellen von der Blasenwand; *d*, Zelle ebendaher, mit einem Kern der Nervenschicht durch einen randständigen Ausläufer verbunden. Verg. 1500. W. Immersion D und Oc. 4 und homogene Immersion 1/20, Oc. 2.

Tafel XIII.

Fig. 21. Vorderende von *Arenicola Claparedii* in Seitenlage, der Rüssel (*R*) etwas vorgeschoben. *C*, Kopflappen; *Gr*, Eingang zur Grube an Stelle des Gehörorgans. Vergr. 7.

Fig. 22. Dasselbe von vorn gesehen. Figurenbezeichnung wie in Fig. 21. Vergr. 7.

Fig. 23—28. Sechs Schnitte aus einer Reihe von transversalen Längsschnitten durch das vordere Körperende von *Arenicola Claparedii* (Lev.). In Fig. 24 ist ein größerer Abschnitt gezeichnet, in den übrigen Figuren nur die vorderste Strecke; die Schnitte folgen in der Reihe der Nummern von der Rücken- zur Bauchfläche. Härtung mit Sublimat, Hämatoxylin. Vergr. 17,5. *C*, Kopflappen und Gehirn; *Ccr*, Nackenorgan; *Gr*, Grube an Stelle des Gehörorgans; *Dph*, Diaphragma; *G*, Gefäße; *Prp*, Borstensack des dorsalen Parapodium. Die Muskelschichten sind, weil leicht verständlich, nicht besonders bezeichnet.

Fig. 23. Der in zwei schlanke Zipfel auslaufende Kopflappen zeigt im Inneren die zu den Nackenorganen aufsteigenden Nerven; rechts und links von ihm die von hohem Epithel ausgekleideten Nackenorgane, welche hier sich nach außen öffnen.

Fig. 24. Der Kopflappen im Inneren mit den langen hier schon nach außen geschlossenen Nackenorganen.

Fig. 25. Im Kopflappen das Hirn; daneben die hinteren Theile der Nackenorgane; seitlich vom Kopflappen die an Stelle des Gehörorgans liegenden Gruben; auf der rechten etwas höher getroffenen Hälfte ist ein oberer ringgeschlossener Blindsack der Grube, links die Grube mit der Eingangsöffnung.

Fig. 26 und 27. Kopflappen mit dem nun breiten Hirn; die punktirten Flecke zu seiner Seite entsprechen Durchschnitten durch die untere Wand der Nackenorgane; rechts und links die weit offenen Gruben an Stelle der Gehörorgane.

Fig. 28. Der Kopflappen mit den eintretenden Enden der Schlundconnective; die Gruben sind verstrichen.

Fig. 29. Das Vorderende der *Arenicola Claparedii* (Lev.) aufgeschnitten und ausgebreitet wie in Fig. 4. *R*, Rüssel; *Dph*, Diaphragma; *Mtr*, Quermuskel zur Unterseite des durchscheinenden Hirns (*C*) auf einer einspringenden Falte ziehend. Vergr. 10.

Fig. 30. Vorderende von *Arenicola antillensis* (Ltk.) vom Rücken und vorn her gesehen. *C*, Kopflappen; *Ccr*, Nackenorgan; *R*, Rüssel. Vergr. 6.

Fig. 31. Vorderende von *Arenicola antillensis* (Ltk.) aufgeschnitten und ausgebreitet wie in Fig. 29. — Die Gehörblasen liegen im hinteren Rande des queren

Muskels, ein längslaufendes Muskelband, aus der longitudinalen Muskelschicht stammend, tritt an sie heran. *R*, Rüssel; *Dph*, Diaphragma; *G*, Gefäße; *Mtr*, Quermuskel; *ML*, Längsmuskel; *Ot*, Gehörblase. Vergr. 4.

Fig. 32. Die rechte in Fig. 31 abgebildete Gehörblase herausgelöst und in Glycerin aufgeheilt; sie besitzt einen kugeligen Otolithen. *N*, Nerv; *Mtr*, aus dem Quermuskel; *ML*, Ansatz des von hinten kommenden Längsmuskelbandes. Vergr. etwa 70.

Fig. 33. Rückenansicht }
 Fig. 34. Seitenansicht } von *Arenicola Grubii* (Clprd.). *R*, Rüssel; *C*, Kopf-
 Fig. 35. Bauchansicht } lappen; *Cer*, Nackenorgane. Vergr. 7.

Fig. 36. Vorderende von *Arenicola Grubii* (Clprd.) aufgeschnitten und ausgebreitet wie in Fig. 31. Die Gehörblasen sind vom längs- und querlaufenden Muskel ganz bedeckt, schimmern aber durch ihn hindurch, zwischen und vor ihnen liegt das verdeckte Hirn. *Dph*, Diaphragma; *R*, Rüssel; *O*, Gehörblasen; *Mtr*, Quermuskel; *ML*, Längsmuskel. Vergr. 15.

Fig. 37. Die Otocyste von *Arenicola Grubii* (Clprd.) im Längsschnitt. Im Inneren der geschlossenen Blase zahlreiche Otolithen; das Epithel nach den Kernen scheinbar geschichtet, der Schnitt liegt nicht in einer Ebene der Zellen; auf der Innenfläche die Cuticula, nach außen vom Epithel die netzförmige Nervenschicht, umschlossen von der inneren kernhaltigen Membran; diese ist bei *N*₁ durchbrochen und hier tritt die subepitheliale Nervenschicht mit dem Gewebe des herantretenden Nerven in Verbindung. *M*, Muskelfasern. Vergr. 240.

Tafel XIV.

Fig. 38, 39. Zwei Schnitte aus einer Reihe von dorsoventralen Längsschnitten parallel zur Medianebene von *Arenicola Grubii* (Clprd.). Sublimat. BOEHMER's Hämatoxylin. Vergr. 25.

Fig. 38. Schnitt hart neben der Medianebene; *C*, der flache Kopflappen mit dem Hirn und dem dahinter gelegenen Nerven zum Nackenorgan *Cer*; *R*, Rüssel; *D*, Darm; *N*, Bauchmark.

Fig. 39. Dorsaler Theil eines dem in Fig. 38 abgebildeten parallelen Schnittes, um acht Schnitte seitwärts entfernt. *C*, Kopflappen mit Hirn; *Cer*, Nackenorgan; *O*, Gehörorgan; *R*, Rüssel.

Fig. 40, 41, 42, 43. Schnitte aus einer Reihe von transversalen Längsschnitten, welche vom Rücken gegen den Bauch geht; in dieser Reihe ist der in Fig. 43 abgebildete der tiefste, der 80. Schnitt vom Rücken her noch über dem Rüsseleingang, der in Fig. 42 der 53., in Fig. 41 der 46. und in Fig. 40 der 39. Von den letzten ist nur das hier Bedeutung habende Vorderende abgebildet. *C*, Kopflappen mit Gehirn; *Cer*, Nackenorgane; *O*, Otocysten; *R*, Rüssel; *Dph*, Diaphragma. Sublimat. Alkohol, Dahlia. Vergr. 25.

Fig. 40. Der horizontale Schnitt geht vorn nur durch den Kopflappen, in welchem das Gehirn und die zu den Nackenorganen *Cer* gehenden Ausläufer getroffen sind.

Fig. 41. Der Schnitt hat die oberste Wölbung der vor dem Kopflappen liegenden Strecke, die hier durch eine tiefe Furche von ihm getrennt ist, getroffen; das Gehirn erscheint als breites Querband. Im Grunde der Nackenorgane (*Cer*) stehen die hohen Wülste mit sehr langem Sinnesepithel.

Fig. 42. Der vor dem Kopflappen liegende Ring ist da getroffen, wo er in der Tiefe der hinter ihm liegenden Querfurche mit dem Kopflappen zusammenhängt; im

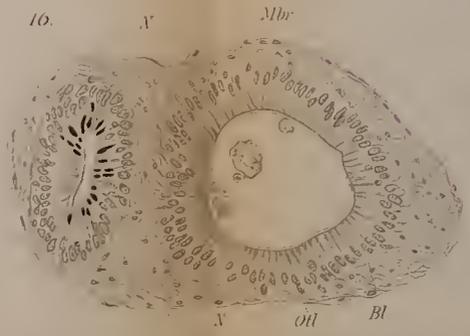
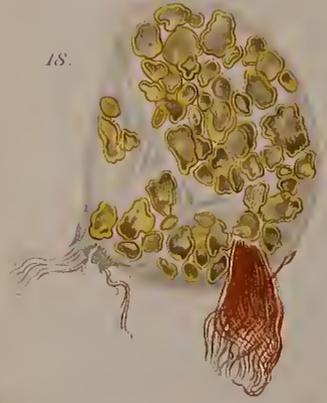
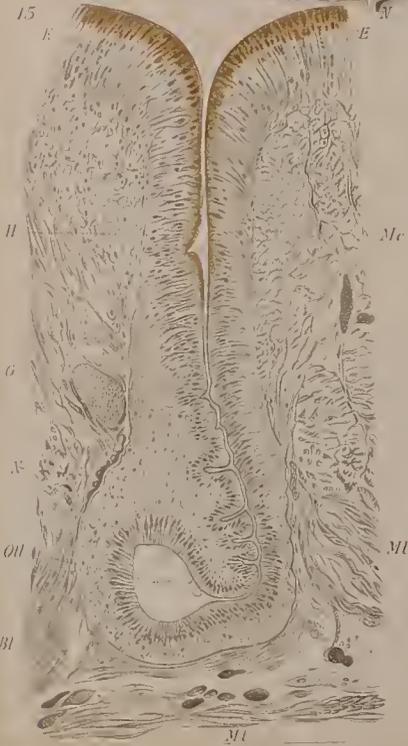
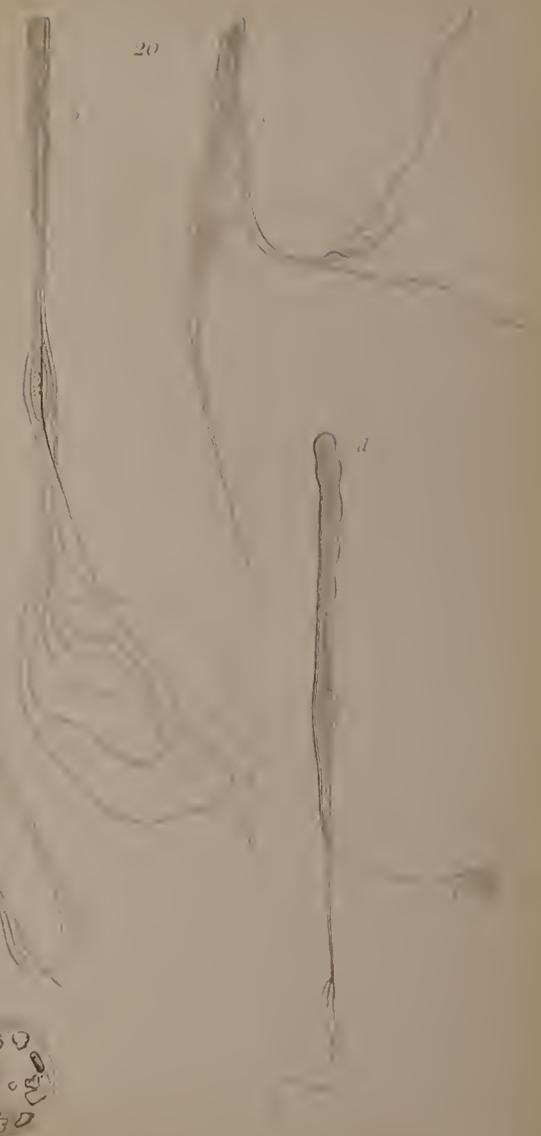
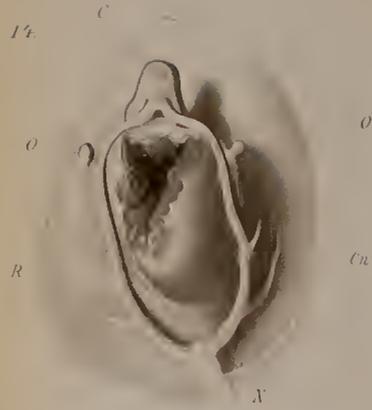
Kopflappen sind die Seitentheile des spangenförmigen Hirnes geschnitten; dahinter die Nackenorgane.

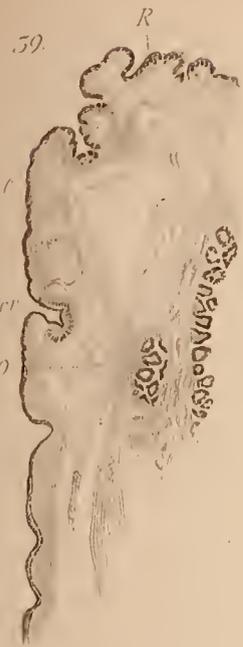
Fig. 43. Die Strecke bis zum ersten borstentragenden Segment; sie enthält vorn die gefaltete Wand des Rüssels und dahinter die Übergangsstrecke des Darmes; der Schnitt fällt meist noch etwas höher als die Darmlichtung, daher fehlt auch noch der Zusammenhang des Rüssels mit seiner Eingangsöffnung; vorn sind die warzigen Höcker auf dessen Wand getroffen; bei *C* die Übergänge des Hirns zu den Schlundringconnectiven; dahinter die Nackenorgane (*Ccr*) und weiter nach hinten, nach innen von der Ringmuskulatur und umschlossen von Längsmuskeln jederseits die Gehörblase.

Fig. 44. Ein Querschnitt durch den Vorderkörper der *Arenicola Grubii* (Clprd.) auf der hinteren Grenze des Kopflappens am Eingang in die Nackenorgane. Die Schnittebene steht nicht genau rechtwinklig auf der Medianebene; die linke Hälfte des Schnittes liegt etwas weiter nach vorn als die rechte, daher stammt die Ungleichheit der beiden Hälften. In der Mitte des dorsalen Umfangs liegt das Polster des Kopflappens mit den Ausläufern des Hirns; rechts davon ist der seitliche Eingang in das Nackenorgan gestreift, links ist die taschenförmige Einsenkung des Nackenorgans geschnitten (*Ccr*). Auf der rechten Seite ist die allseitig von Muskeln umfasste Gehörblase mit dem Haufen der Otolithen (*O*) getroffen. In der unteren Hälfte des Schnittes liegt jederseits das der Länge nach getroffene Connectiv (*Cn*), welches an seiner oberen Streke hier einen Belag von Ganglienzellen trägt. Der in regelmäßige Längsfalten gelegte Rüssel (*R*) ist von dem aufsteigenden Diaphragma mantelartig umfasst. — Sublimat, GRENACHER'S Karmin. Vergr. 50.

Fig. 45, 46, 47, 48. Aus vier von hinten nach vorn in Abständen auf einander folgenden Schnitten, aus derselben Schnittreihe, aus welcher Fig. 44 genommen ist, um die Gestalt des flachen Hirns (*C*) und dessen spangenförmige Verbindung mit den Schlundringconnectiven zu zeigen. Diese Theile sind in die Kontouren der Körperwand mit einfacher Tonlage eingetragen. Vergr. 50.



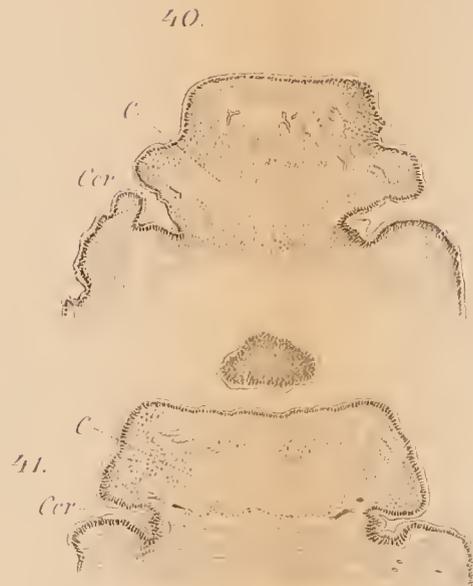
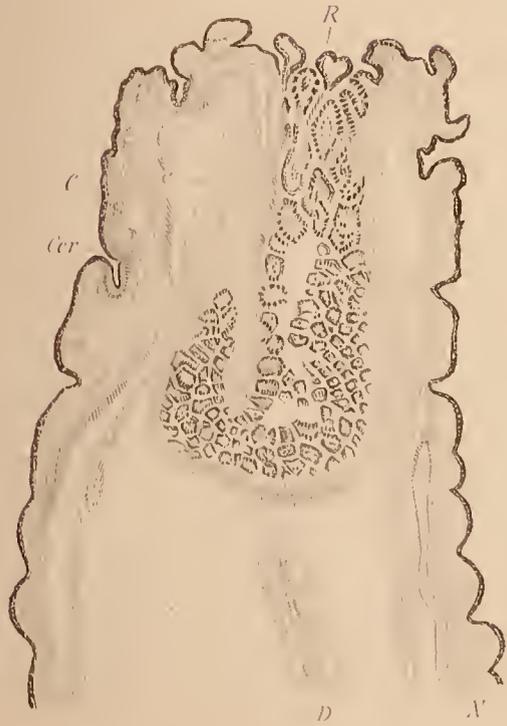




59.

Cr

58.

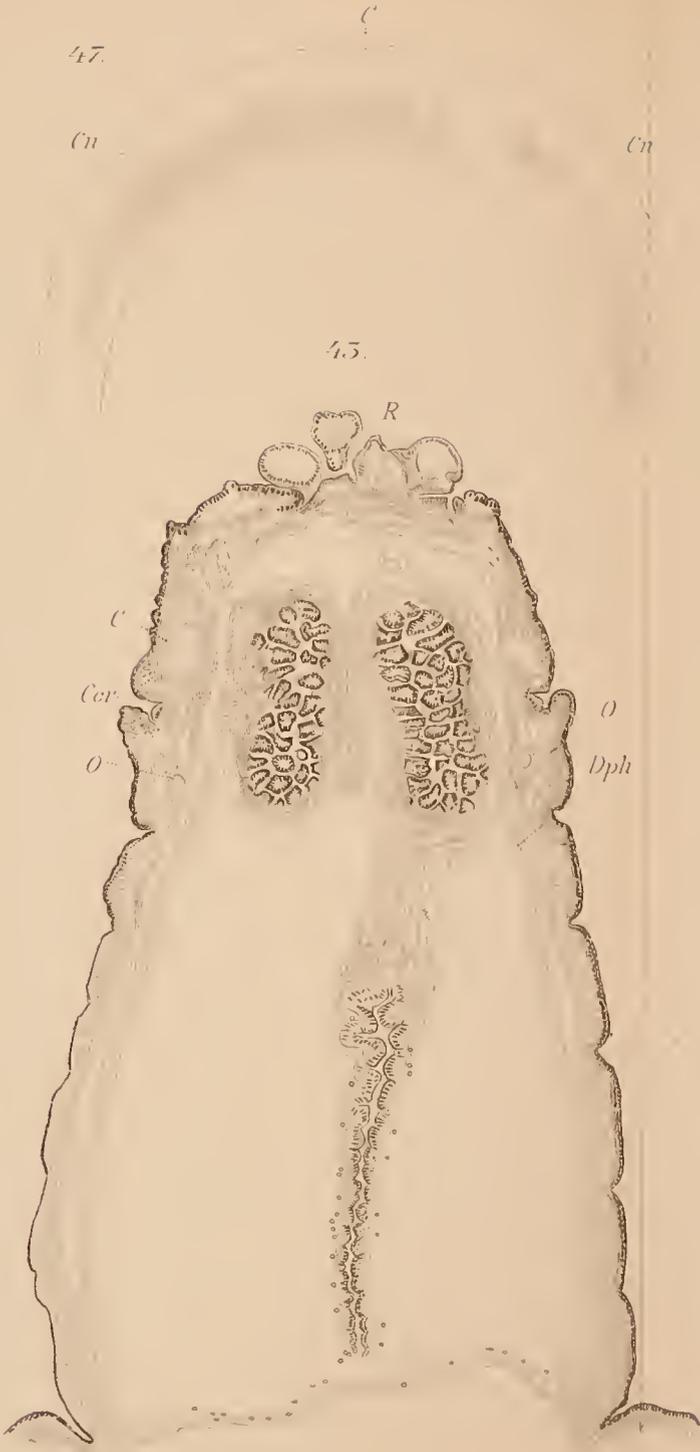


40.

41.



42.



45.

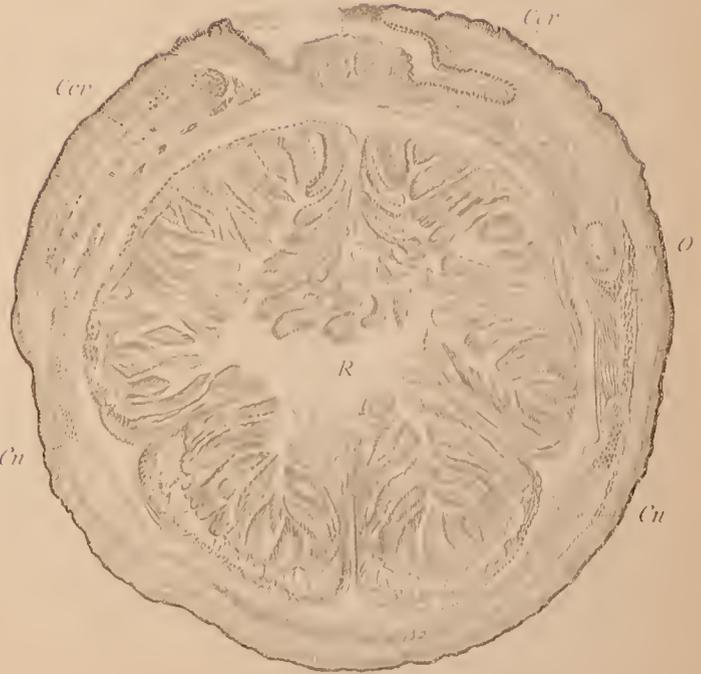
Cr

Cr

O

O

Dph



44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

47.

Cr

48.

Cr

47.

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

47.

Cr

48.

Cr

47.

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

47.

Cr

48.

Cr

47.

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

47.

Cr

48.

Cr

47.

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

47.

Cr

48.

Cr

47.

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

47.

Cr

48.

Cr

47.

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

47.

Cr

48.

Cr

47.

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

47.

Cr

48.

Cr

47.

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

47.

Cr

48.

Cr

47.

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

47.

Cr

48.

Cr

47.

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

46.

Cr

45.

Cr

Cr

44.

Cr

O

Cr

Cr

Cr

Cr

47.

Cr

48.

Cr

47.

Cr

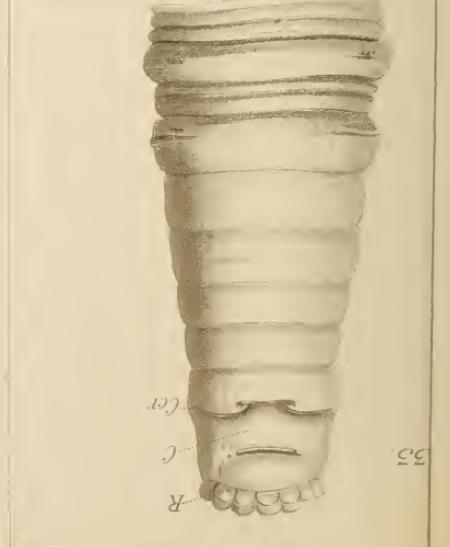
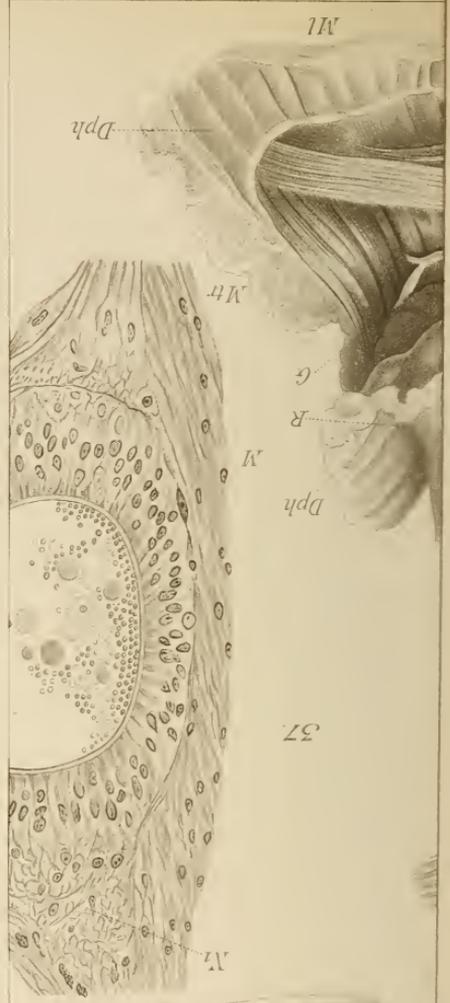
46.

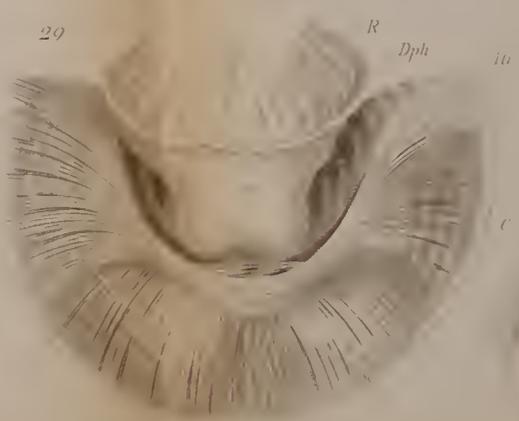
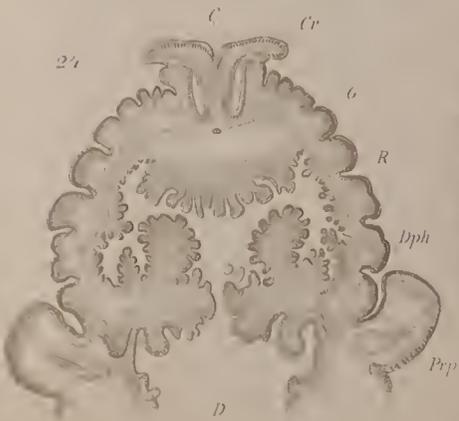
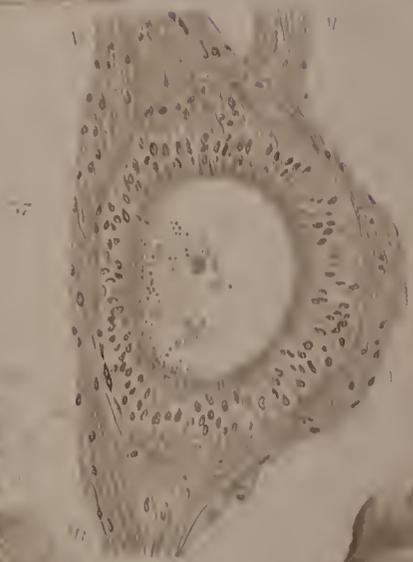
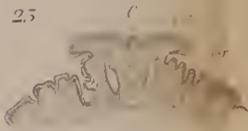
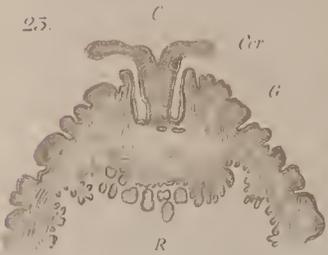
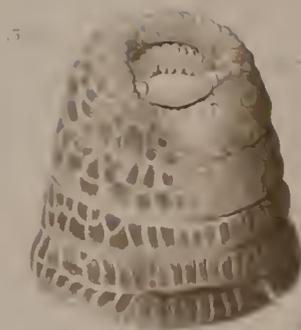
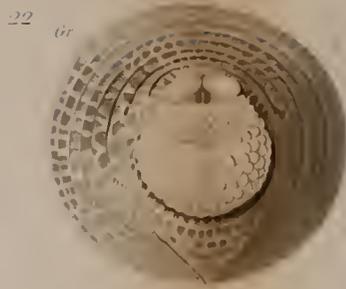
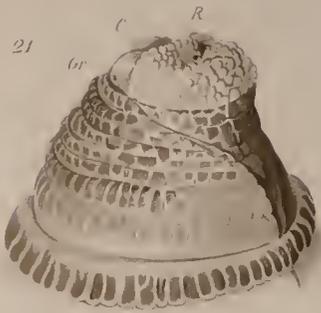
Cr

45.

Cr

Cr





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [53_Supp](#)

Autor(en)/Author(s): Ehlers Ernst Heinrich

Artikel/Article: [Die Gehörorgane der Arenicolen. 217-285](#)