

# Zur vergleichenden Anatomie der Oligochaeten.

Von

**Dr. Richard Hesse,**

Assistent am Zoologischen Institut in Tübingen.

(Aus dem Zoologischen Institut in Tübingen.)

---

Mit Tafel XXIV, XXV und 3 Textfiguren.

---

## I. Über die Muskeln der Oligochaeten.

Die verschiedenen Auffassungen, welche die Muskulatur der Oligochaeten, insbesondere die des Regenwurms, früher erfahren hat, sind von ROHDE (25) schon so ausführlich dargelegt, dass ich einer Wiederholung überhoben bin. ROHDE selbst hat als Erster die Elemente der Längsmuskellage bei den Lumbriciden als übereinstimmend mit denen bei den übrigen Oligochaeten erkannt und nachgewiesen, dass der Unterschied diesen gegenüber lediglich auf der Anordnung der Muskelzellen beruht, wie sie bei *Lumbricus* statt hat. UDE, dessen Arbeit (34) etwa gleichzeitig mit der ROHDE's erschien, der aber auf eine vorläufige Mittheilung dieses Autors noch Bezug nehmen konnte, sprach sich dahin aus, dass die Längsmuskelbündel der Lumbriciden sich aus Elementen zusammensetzen, die den einzelnen Muskelzellen der Ringmuskulatur gleichwertig sind, und dass die letzteren mit »auf der Oberfläche anlagerndem Kerne den nematoïden Muskeln vergleichbar« sind; im Inneren der Ringmuskelfasern sah er auf Querschnitten keine Kerne. Weiter weist er CLAPARÈDE's Annahme einer fiederförmigen Anordnung der Längsmuskelfasern zurück und stellt fest (wie auch ROHDE), dass diese in Bündeln zusammenstehen, derart, dass jedes Mal die Hälften zweier benachbarten Fiedern CLAPARÈDE's zu einem Bündel vereinigt sind. CERFONTAINE (5) bespricht ebenfalls die Elemente der Regenwurmmuskulatur des Genauerer, doch ist ihm dabei die schöne Arbeit ROHDE's (25) ganz entgangen. Er verfolgt den feineren Bau der Muskelemente, und kommt weiter zu dem Ergebnis, dass nicht alle Muskelfasern Kerne besitzen; zwar giebt er zu, dass die größeren der zwischen den Muskelfasern zerstreuten Kerne zu diesen in Beziehung stehen; doch ist »ihre Zahl zu beschränkt im Verhältnis zur Zahl der Muskelemente, als dass es möglich wäre, das Vorhandensein eines solchen Kernes für jedes dieser Elemente zuzugestehen«. Betreffs der Anordnung der Längsmuskulatur schließt er sich der UDE'schen Auffassung an, zeigt jedoch, dass die Muskelfaserbündel nicht von einer Membran oder Lamelle eingeschütt sind, wie jener meinte. — Über die Muskeln der übrigen Oligochaeten außer

*Lumbricus* finden sich in den verschiedenen Einzelbehandlungen Angaben, die jedoch in der Auffassung der Muskelemente immer auf RATZEL's Eintheilung in bandförmige, nematoide und Hirudineenmuskeln zurückkommen; die Längsmuskelfasern werden einer der beiden ersten, die Ringmuskelfasern durchgängig der letzteren Gruppe zugethieilt. In einer früheren Arbeit (42) habe ich nachgewiesen, dass bei den Enchytraeiden die gesammte Muskulatur aus Muskelzellen besteht, welche der nematoiden Grundform angehören.

Zunächst wende ich mich zur Untersuchung der histologischen Beschaffenheit der Oligochaetenmuskeln. Am leichtesten zu verstehen ist der Bau der Längsmuskelzellen bei denjenigen niederen Oligochaeten, die man früher als *Limicolen*<sup>1</sup> zusammenfasste. Hier haben wir in der Längsmuskelschicht eine Lage von Muskelzellen (außer bei einigen Enchytraeiden), welche auf Querschnitten meist deutlich eine äußere U-förmige und dunkelfärbbare kontraktile Rinde erkennen lassen; der Zwischenraum zwischen den beiden Schenkeln des U ist von unverändertem Protoplasma erfüllt. Auf manchen Schnitten sieht man dies Plasma oben über die Schenkel hinaustreten, und in diesem Theile desselben findet sich der Kern. Die Schenkel des U stehen bald dichter, bald weniger dicht bei einander, so dass von dem unveränderten Plasma zwischen ihnen bald nur Spuren, bald ziemlich reichliche Mengen vorhanden sind. Es wechselt dies nicht nur bei den verschiedenen Arten, sondern bei demselben Thiere und selbst auf dem gleichen Körperquerschnitt. Solche Querschnittsbilder entsprechen langgestreckten hohen, aber schmalen Muskelzellen, bei denen nur die äußeren Theile des Zellplasmas kontraktile sind und einen Mantel bilden, der einen Rest unveränderten Plasmas von drei Seiten umgibt, an der nach der Körpermitte gekehrten Schmalseite aber zum Theil frei lässt; in der Mitte dieser Seite nun ist an einer Stelle das Plasma stärker hervorgewölbt und enthält den zu der Zelle gehörigen Kern. Wir haben es also mit Muskeln zu thun, die nach der nematoiden Grundform gebaut sind. (Den inneren Plasmarest hat man, wo er gering ist, oft übersehen, und dann von bandförmigen Muskelfasern gesprochen.) So finden wir die Längsmuskeln bei *Chaetogaster*, *Nais*, *Tubifex* und seinen Verwandten, *Lumbriculus* und Verwandten und den Enchytraeiden.

Die Ringmuskulatur der Limicolen besteht ebenfalls aus Muskelzellen. An senkrechten Längsschnitten jedoch sowie an Querschnitten

<sup>1</sup> Obgleich ich mich vollkommen VEJDOVSKÝ's Auffassung anschließe, dass eine Trennung in Terricolen und Limicolen nicht berechtigt ist, so möchte ich doch der Kürze halber die Bezeichnung Limicolen im Sinne CLAPARÈDE's hier anwenden, und fasse darunter unsere wasserbewohnenden Oligochaeten (ausgenommen Criodrilus) und die Enchytraeiden zusammen.

durch die Thiere kann man ihre Natur nur schwierig erkennen. Man bekommt im ersten Falle Querschnitte der Muskelzellen zu Gesicht, an denen man wiederum deutlich eine kontraktile Rindensubstanz und eine unveränderte, von jener umgebene Plasmamasse unterscheiden kann. Die kontraktile Rinde ist manchmal ganz geschlossen, manchmal an der proximal gelegenen Seite offen. Kerne findet man nicht. Die Längsschnitte der Muskelzellen geben noch weit weniger Aufklärung. Macht man jedoch horizontale Längsschnitte durch den Wurm, so bekommt man ein überraschendes Ergebnis: in einigen auf einander folgenden Schnitten sieht man, wie die Plasmatheile aller Ringmuskelquerschnitte weit über die kontraktile Rinde hinaus verlängert sind und in diesen Verlängerungen den Kern tragen (Fig. 5, 7, 8, 9). Diese äußeren Plasmatheile sind hier weit länger als bei den Längsmuskelzellen. Wir haben es also, wie sich hiermit herausstellt, auch bei den Zellen der Ringmuskellage mit nematoiden Muskelzellen zu thun. Dazu finden wir noch die Besonderheit, dass diese Plasmatheile alle in zwei Längslinien am Körper angeordnet sind, und diese Längslinien entsprechen den Seitenlinien SEMPER's<sup>1</sup>. Diese Verhältnisse habe ich schon früher (12) bei den Enchytraeiden nachgewiesen, jetzt kann ich das gleiche Verhalten bestätigen für Chaetogaster diaphanus, Nais elinguis und Stylaria lacustris, Tubifex rivulorum, Limnodrilus Udekemianus und Hoffmeisteri und Lumbriculus variegatus<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> VEJDovský schlägt vor, die Seitenlinien der Oligochaeten, so lange ihr Zusammenhang mit den Seitenlinien der Wirbelthiere noch nicht erwiesen ist, Ganglienzellstränge zu nennen. Er fasst dabei, wie auch die von ihm angezogene Fig. 25 seiner Taf. XII zeigt, die Plasmatheile der Muskeln als unipolare Ganglienzellen. Nach meinen Ausführungen hier und in meiner früheren Arbeit lässt sich jedoch dieser Name nicht aufrecht erhalten, und ich belasse für diese Theile den eingebürgerten Namen »Seitenlinie«, natürlich ohne irgend welche Ähnlichkeit mit den Seitenlinien der Wirbelthiere dabei einschließen zu wollen. Im Übrigen ist mir nicht klar, wie sich jener verdiente Oligochaetenforscher diese Ganglienzellstränge und ihre Wirkungsweise vorgestellt hat. Centralorgane sollten es wohl kaum sein; als Leitungsbahnen sind solche Ganglienzellreihen ohne Einschaltung von Nervenfasern anderweitig in der Thierreihe nicht bekannt. Die Bestandtheile der Stränge sind nach VEJDovský unipolare Ganglienzellen, die ihren Fortsatz offenbar nach der Peripherie senden sollen; darüber, wie sie unter einander zusammenhängen, finde ich keine Erklärung. Mit unseren Vorstellungen über nervöse Leitungsbahnen stimmen diese Angaben jedenfalls nicht.

<sup>2</sup> VEJDovský giebt an, dass die Seitenlinien »als allgemeiner Charakter der Oligochaeten« zu betrachten seien. Er fand sie auch bei jungen Lumbriciden, während sie bei den ausgewachsenen Thieren fehlen. Leider konnte ich nicht untersuchen, ob sie hier die gleiche Natur haben wie bei den Limicolen, zweifle aber nicht daran; jedenfalls wäre es interessant zu sehen, ob die Ringmuskulatur sich bei den Lumbriciden ursprünglich eben so anlegt wie bei den Limicolen. Das Vor-

Bei Branchiobdella sind die Muskelzellen von gleichem Typus; doch konnte ich Seitenlinien bei diesem Wurme nicht finden. Bei Phreoryctes haben wir, so weit meine Untersuchungen an altem Material reichen, folgende Verhältnisse: es ist, wie auch TMM (30) fand, eine Seitenlinie vorhanden, jedoch ist sie nur sehr schwach; sie besteht, so viel ich erkennen kann, aus Plasmatheilen von Ringmuskelzellen, aber es gehen nicht alle Ringmuskelzellen in sie ein, sondern bei einer ganzen Anzahl derselben liegt der Kern von der kontraktile Rindenschicht umschlossen.

Wenn nun auch in den Grundzügen der Bau der Ringmuskelzellen bei den angeführten Limicolen der gleiche ist, so ist doch im Einzelnen die Gestalt der Muskelzellen und somit auch der Ringmuskelquerschnitte, eben so wie der zugehörigen Plasmatheile, sehr wechselnd. Die Muskelquerschnitte sind schmal und hoch, mit verschwindend geringem Plasma zwischen der kontraktile Hülle, bei Chaetogaster (Fig. 5), Nais und den Limnodrilen (Fig. 9); in diesem Falle beginnen auf Querschnitten durch die Muskelzellen (also Längsschnitten durch das Thier) die Plasmatheile der Muskelzellen unten ganz schmal und verbreitern sich nach oben, haben also eine lang-birnförmige Gestalt; auf Längsschnitten durch die Muskelzelle sind die Plasmatheile bei Chaetogaster (Fig. 6 pt) ebenfalls schlank birnförmig, bei Limnodrilus (Fig. 10 pt) aber von unten an breit, nach oben noch an Breite zunehmend. Ähnlich wie bei letzterem sind die Plasmatheile der Ringmuskelzellen von *Tubifex* (Fig. 7 und 8), doch ist hier der Basaltheil etwas anders: es weicht die kontraktile Hülle hier weiter aus einander und enthält mehr Plasma zwischen sich (Fig. 7); nach außen zu sind die Muskelzellen meist keilartig zugeschrägt. Bei *Fridericia* endlich, einem Enchytraeiden, sind die Querschnitte der Basaltheile breit U-förmig, nach oben weit offen, und dem entsprechend die kernhaltigen Plasmatheile auch unten schon breit, nach oben nehmen sie an Breite zu (Fig. 24 a meiner Arbeit [12]). — Die Plasmatheile stehen in den Seitenlinien nicht immer vollkommen senkrecht zur Längsachse des Wurmes, sondern neigen sich oft in Gruppen nach vorn oder hinten<sup>1</sup>. — An den Plasmatheilen bei *Tubifex* beobachtete ich in mehreren Fällen

handensein oder Fehlen von Seitenlinien ließe sich vielleicht als Grundlage für eine Eintheilung der Oligochaeten wählen; Formen wie *Phreoryctes* würden dann an die Grenze zwischen Terricolen und Limicolen zu stehen kommen; Branchiobdella, bei der die parasitische Lebensweise neben anderen Veränderungen auch den Schwund der Seitenlinie herbeigeführt hat, müsste anhangsweise den Limicolen zugeordnet werden.

<sup>1</sup> Diese Erscheinung mag Anlass gegeben haben zu der Annahme SEMPER's, dass die Seitenlinien von *Chaetogaster* unterbrochen seien — was schon von VEJDOVSKÝ (32) richtiggestellt wurde.

fadenförmige Fortsätze (Fig. 7); sollten dieselben der Verbindung mit den Nerven dienen?

Jetzt kommen wir auf die Muskeln der Lumbriciden zu sprechen.

Die Längsmuskulatur der Lumbriciden zerfällt in Bündel, auf deren Beschaffenheit wir weiter unten näher eingehen wollen. Die Bestandtheile dieser Bündel aber sind Muskelzellen, welche den Längsmuskelzellen der Limicolen gleichwerthig sind (ROHDE); sie gehören, wie diese, der nematoiden Grundform der Muskelzellen an, das heißt sie haben einen kontraktilem Theil, der einen Rest unveränderten Plasmas mantelartig umschließt, und einen kerntragenden Plasmatheil außerhalb der kontraktilem Hülle, der mit jenem Plasmarest zusammenhängt. Doch liegt bei den Lumbriciden diese Natur der Längsmuskelzellen nicht so klar vor Augen wie bei den Limicolen. Denn auf Querschnitten erkennt man nur an einzelnen Zellen deutlich den Plasmarest zwischen den Schenkeln der kontraktilem Substanz (Fig. 2 und Textfigur I a), bei anderen ist derselbe noch in Spuren vorhanden, so dass man ihn eben als dünne blasse Linie zwischen der dunkelgefärbten Rinde erkennen kann (Textfigur I b); bei den meisten jedoch fehlt er ganz (Textfigur I c). Bei den beiden ersten sieht man den Plasmatheil, der den Kern trägt, deutlich mit jenem Plasmarest zusammenhängen, bei den letzteren sitzt dieser Plasmatheil dem proximalen Rande der Muskelzelle dicht auf (Textfigur I). Es leuchtet ein, dass alle diese Zellen aus gleichen Anlagen hervorgegangen sein müssen; nur die mehr oder weniger starke Ausbildung der kontraktilem Rindensubstanz bewirkt

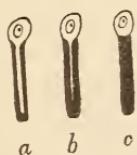


Fig. I. Querschnitte der Längsmuskelzellen von *Lumbricus* (Schema).

die Unterschiede zwischen ihnen, und das Überwiegen der Zellen der dritten Art bewirkt, dass die anderen leicht übersehen werden, und erschwert somit die richtige Erkenntnis über die Natur dieser Muskelzellen, um so mehr als auch die Zugehörigkeit des anliegenden Kernes nicht so in die Augen springt wie bei jenen.

Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, dass man auf den Querschnitten durch ein Längsmuskelbündel nur bei wenigen Muskelzellen, etwa einer oder zweien, oft auch bei keiner, den Plasmatheil mit dem Kerne sieht. Hierfür giebt uns aber folgende Überlegung eine befriedigende Aufklärung: ich habe an Zupfpräparaten mehrfach die Länge der Längsmuskelzellen von *Lumbricus herculeus* gemessen und sie zu 3,3 mm, 4,1 mm und 5,5 mm gefunden, durchschnittlich also zu 4,3 mm; durch eine solche Muskelzelle lassen sich etwa 300 Schnitte

von 15  $\mu$  Dicke legen; ein Längsmuskelbündel dieses Wurmes besteht (im 11. Segment) aus etwa 300 Muskelzellen. Nimmt man nun an, dass die Kerne der Muskelzellen im Längsverlauf des Bündels ganz gleichmäßig vertheilt wären, so würde auf jedem Querschnitte des Bündels nur bei einer der 300 Muskelzellen der Kern getroffen sein, ein Befund, der mit den Thatsachen sehr gut in Einklang steht<sup>1</sup>.

Was die Ringmuskulatur der Lumbriciden anbetrifft, so besteht sie ebenfalls aus Muskelzellen. Wir erhalten aber auf Längsschnitten durch den Wurm, welche ja Querschnitte durch diese Muskelzellen geben, sehr verschiedene Bilder. Mein günstigstes Objekt für diese Untersuchung ist *Allolobophora chlorotica* Sav. Dort fand ich Querschnitte von Ringmuskelzellen, bei denen die kontraktile Rindenhülle an einer Stelle gespalten war: das innere Plasma stand mit einem äußeren Plasmateil in Verbindung, und letzterer trug den Kern (Fig. 1a) oder bei anderen war der äußere Plasmateil wohl vorhanden, doch der Kern lag im inneren Plasma, mehr oder weniger tief zwischen den Schenkeln der kontraktilen Rinde (Fig. 1b). Weiter traf ich auf Muskelquerschnitte, bei denen eine ringgeschlossene Hülle kontraktiler Substanz einen inneren Plasmarest umgibt, in welchem der Kern liegt (Fig. 1c), ein Bild, wie man es an Querschnitten durch die Egelmuskulatur zu sehen gewöhnt ist. Endlich sah ich bisweilen Zellquerschnitte, bei denen die kontraktile Rinde wohl an einer Stelle offen war, der Kern aber nicht unter dieser Öffnung lag (Fig. 1d). Die letzteren könnten vielleicht mit den vorher geschilderten zusammengehören, so dass bei den Muskelzellen dieser Art wohl ein äußeres und inneres Plasma unterschieden werden könnte, dass also die Rindensubstanz an einer Stelle unterbrochen wäre und das innere Plasma nach außen Verbindung hätte, der Kern jedoch nicht unter diesem Spalt läge. Doch angenommen selbst, solche Muskelzellen seien nicht da und die in Rede stehenden Querschnitte gehörten zu Muskelzellen, die ganz wie bei den Hirudineen gebaut wären, so geben uns immerhin

<sup>1</sup> ROHDE (25) erkannte zuerst die Elemente der Längsmuskulatur von *Lumbricus*. Doch glaubt er darunter Muskelzellen ohne Kerne zu finden. Zum Vergleich zieht er einen Befund von LANG herbei, der bei Polycladen in Larvenmuskeln Kerne, in denen der erwachsenen Thiere aber keine solchen mehr fand und desshalb Rückbildung derselben annimmt. Dieselbe Erklärung wendet ROHDE auf die angeblich kernlosen Muskelzellen der Oligochaeten an. Auch CERFONTAINE (5) glaubt, dass Muskelfasern ohne Kerne vorkommen, wie schon oben mitgetheilt wurde. Ich habe bei keinem Oligochaeten Muskelfasern gefunden, die sicher der Kerne entbehren; am Atrium von *Lumbriculus* kommen vielleicht solche vor; ich verweise dazu auf meine Arbeit: »Die Geschlechtsorgane von *Lumbricus variegatus* Hoffm.,«, diese Zeitschr., Bd. LVIII, p. 355.

diejenigen, bei denen der Kern trotz des Vorhandenseins eines äußeren Plasmateils doch im inneren Plasma liegt, die beste Überleitung von jenen zu den zuerst geschilderten, vollkommen nach der nematoiden Grundform gebauten Muskelzellen, wie sie auch in der Längsmuskulatur der Lumbriciden und in der Längs- und Ringmuskulatur der Limicolen vorkommen. Wir haben also hier keine durchaus verschiedene Bildung vor uns, sondern nur eine Abänderung der nematoiden Muskelzelle<sup>1</sup>.

Das Ergebnis dieser Auseinandersetzungen ist also, dass bei allen von mir untersuchten Oligochaeten die Ring- und Längsmuskellage sich aus Bestandtheilen zusammensetzt, welche durchaus nach der gleichen Grundform gebaut sind, nämlich der sog. nematoiden, und dass scheinbare Abweichungen von dieser als eine weitere Umbildung derselben angesehen werden müssen.

Diese nematoide Grundform der Muskelzelle soll nun der Gegenstand einiger weiterer Betrachtungen sein. Das eigentliche Centrum der Zelle wird auch für die Muskelzelle durch die Stelle dargestellt, an welcher der Kern liegt. Der Plasmateil, welcher diesen birgt, ist wohl der ursprünglichste Theil der sog. nematoiden Muskelzelle, während der senkrecht zu diesem verlaufende langgestreckte Theil, dessen äußeres Plasma zu kontraktilen Fasern umgebildet ist, als sekundär entstanden angesehen werden muss<sup>2</sup>. Daher darf man diesen letzteren morphologisch nicht als Haupttheil der Zelle ansehen, wenn er es auch physiologisch ist, und darf nicht den kernhaltigen Plasmateil als seinen Fortsatz bezeichnen; vielmehr bildet dieser letztere den Grundstock, den Ausgangspunkt für die Entwicklung der Muskelzelle. Da diese Annahme immerhin hypothetisch

<sup>1</sup> Eine Stütze dieser Ansicht ist darin zu sehen, dass VEJDOVSKÝ bei Lumbricusembryonen eine Seitenlinie fand, die doch auf nematoide Ringmuskelzellen hindeutet. Ferner ist auch wichtig, dass nach ROHDE's (27) Befunde auch bei einem Nematoden neben gewöhnlichen »cölomyaren« auch ringgeschlossene Muskelzellen vorkommen, »wie sie die Muskulatur der Hirudineen auszeichnen«.

ROHDE (25) scheidet streng in der Ringmuskellage von Lumbricus zwei Arten von Muskelzellen, solche, die »nach dem Typus derjenigen von Hirudo gebaut« sind, und daneben solche, die »nach cölomyarem Typus gebildet« sind. Wenn er sagt, dass bei allen Oligochaeten der Kern der Muskelfasern axial anzunehmen sei, so soll das wohl heißen: in der Längsachse eines Querschnittes, und nicht: in der Längsachse der ganzen Muskelzelle liegend.

<sup>2</sup> Es müsste demnach bei den Muskelzellen, die nach der Hirudineenform gebaut sind, die ganze Zelle in die Länge ausgewachsen sein; bei denen mit Plasmateil, wo aber der Kern zwischen den Schenkeln der kontraktilen Substanz liegt, würde schon in der ursprünglichen Zelle der Kern tief gelegen sein, und es wäre die Zellbasis dann ausgewachsen.

ist, so habe ich die Bezeichnung der beiden Theile nicht auf dieselbe gründen wollen, sondern diesen einfach als »kerntragenden Plasmatheil«, jenen als »kontraktilen Theil« oder »Muskeltheil« der Zelle aufgeführt.

Halten wir aber an dieser Auffassung fest, so können wir für die Ringmuskelschicht der Limicolen behaupten, dass sie ihren Ursprung hat in zwei Zellreihen, deren Lage durch die beiden Seitenlinien bezeichnet wird. Ich kann mich für diese Bemerkung zwar auf keine Beobachtung stützen, aber dennoch glaubte ich dieselbe nicht unterlassen zu sollen.

Besonders interessante Muskelzellen, welche geeignet sind, auf die ganze Auffassung der Oligochaetenmuskeln ein Licht zu werfen, fand ich bei *Limnodrilus Hoffmeisteri*, später auch bei *L. Udekemianus*, *Tubifex rivulorum* und *Lumbriculus variegatus*. Es sind dies die Transversalmuskelzellen, welche den peripheren Theil des dorsalen und ventralen Borstensäckchens der gleichen Seite eines Segments mit einander verbinden (Fig. 10 und 11). Sie sind ebenfalls nach der nematoiden Grundform gebaut, d. h. sie haben einen kernhaltigen Plasmatheil, und, von dessen Basis ausgehend, einen langgestreckten Muskeltheil mit innerem Plasmarest. Das Ende des Plasmateils dringt in die Seitenlinie ein. Das Interessante an ihnen ist die Länge des Plasmateils, der  $55 \mu$  misst (gegen  $25 \mu$  eines solchen in der Seitenlinie), und der Verlauf desselben frei durch die Leibeshöhle nach der Seitenlinie. Die ganze Muskelzelle ist von dem Peritoneum überzogen, das zahlreiche große Kerne enthält (Fig. 11 *pk*) und besonders bei *Lumbriculus* durch starke Entwicklung auffällt<sup>1</sup>.

Durch die Länge des kernhaltenden Plasmateiles und den Verlauf desselben erinnern diese Muskelzellen außerordentlich an diejenigen von *Ascaris*, und es drängte sich mir der Gedanke auf, dass der Plasmatheil auch dieselbe Bedeutung habe wie dort, nämlich den

<sup>1</sup> BÜLOW (3, p. 73) sah diese Verhältnisse bei *Lumbriculus* und schreibt darüber Folgendes: »Senkrecht von der Mitte dieses Muskels geht ein dünner Ast ab, dessen anderes Ende mit der Seitenlinie in direktem Zusammenhange steht. Sein Zweck ist, die Retraktion der dorsalen und ventralen Borsten unabhängig von einander geschehen zu lassen; sollen z. B. nicht beide zu gleicher Zeit eingezogen werden, sondern nur die oberen, so kontrahirt sich der senkrechte Ast des Rückziehmuskels und darauf seine obere Hälfte.« Er hält also auch den Plasmatheil für kontraktile und dem muskulösen Theile gleich beschaffen. Doch kann kein Zweifel sein, dass meine Auffassung die richtige ist; die Färbung des Plasmafortsatzes ist hell gegenüber der tief dunklen des Muskeltheiles; auch ein Blick auf die naturgetreue Abbildung in Fig. 10 überzeugt davon.

Muskel mit dem Nerven zu verbinden. Dass jede Muskelzelle einer Nervenanregung bedarf, um zu arbeiten, unterliegt ja keinem Zweifel. Zu unserer Annahme nun würde die Thatsache gut stimmen, dass der Fortsatz des Plasmatheils zur Seitenlinie hinzieht, die ja von SEMPER und nach ihm von vielen Anderen als nervöses Organ angesehen wurde. Ich habe dem in einer früheren Arbeit (12) widersprochen und muss auch hier wiederholen, dass die »Zellen« der Seitenlinie keine Ganglienzellen, sondern die kernhaltenden Theile der Ringmuskelzellen sind. Doch habe ich mich bei *Tubifex*, *Fridericia galba* und *Lumbriculus variegatus* davon überzeugt, dass genau in die Seitenlinie ein vom oberen Schlundganglion abgehendes starkes Nervenbündel eintritt. Schon SEMPER stellte das Gleiche für *Nais* und *Psammoryctes* fest, VEJDOVSKÝ für *Limnodrilus* und die *Lumbriculiden*, BüLOW für *Lumbriculus*. Es ist wohl wahrscheinlich, dass dieser Nerv sich die Seitenlinie entlang fortsetzt; beobachten konnte ich ihn bisher dort nicht. Diese Annahme, dass in der Seitenlinie Nervenfasern verlaufen, würde sich gut in Übereinstimmung bringen lassen mit der merkwürdigen Anordnung der Plasmatheile der Muskelzellen in zwei Längslinien: in die Plasmatheile würden Fasern der Nerven eintreten, und es würde so ein Zusammenhang des Muskeltheils mit dem Nervensystem stattfinden.

Eine weitere Stütze für die Annahme eines Nervenverlaufs in der Seitenlinie bieten wiederum jene Transversalmuskelfasern von *Limnodrilus* dadurch, dass ihr Plasmatheil sich in die Seitenlinie einsenkt. Denn es ist unmöglich, diese Verbindung dadurch zu erklären, dass man die Muskeln als Ringmuskelzellen betrachtet, welche lediglich aus ihrem Verbande herausgetreten sind, wie man ja einen Theil der Borstenmuskeln auffasst. Die zahlreichen Längsmuskeln, die sich zwischen Transversalmuskel und Ringmuskellage einschieben, machen das unmöglich.

Bei den Lumbriciden fehlen wenigstens dem ausgewachsenen Thiere die Seitenlinien, und hier konnte ich mit Sicherheit beobachten, dass die Nervenversorgung sowohl der Ring- als auch der Längsmuskulatur von den drei Ringnerven aus geschieht, die in jedem Segmente vom Bauchmark aus entspringen und an der Grenze zwischen Ring- und Längsmuskellage um den Körper herumlaufen; ich sah aus ihnen Nervenfasern in jene Muskellagen eintreten. Bei den Längsmuskelzellen von *Lumbricus herculeus* habe ich dann und wann beobachtet, dass der Plasmatheil einer Muskelzelle umbog und sich etwas länger auszog (Fig. 2 pt); es ist mir sehr wahrscheinlich, dass dies Behufs Verbindung mit einer Nervenfaser geschah; doch kann ich das nicht beweisen.

Immer noch unter der gleichen Voraussetzung, dass die Plasmatheile den Muskeltheil mit dem Nerven in Verbindung setzen, lässt sich eine weitere Betrachtung hier anschließen. Bei den Muskeln der Nematoden zieht der Plasmatheil der Muskelzelle weit hinaus, nach dem Nerven hin, und es ist nur ein ganz kurzes Nervenendchen, welches sich aus dem Verbande der Längsnervenbündel abtrennt, um jenem entgegenzugehen. Ähnlich wäre es bei den Transversalmuskeln von Limnodrilus, wohl auch bei den Ringmuskeln der Limicolen. Kürzer ist der Plasmatheil bei den Längsmuskeln der Lumbriciden, während die Nervenfasern immer weiter zum Muskel herankommen; bei den Ringmuskelzellen der Lumbriciden wird der Plasmafortsatz noch kürzer und schwindet schließlich ganz; es ist anzunehmen, dass der Nerv hier, bei den Muskelzellen, die denen der Egel gleichen, dem Plasma bis ins Innere der kontraktilen Hülle folgt. Bei den Lumbricus- und Hirudomuskeln liegt nun darüber leider keine Beobachtung vor; wohl aber bei den glatten Muskelzellen der Wirbelthiere: diese sind den Hirudozellen vollkommen gleich gebaut, nur dass der kontraktile Mantel viel dicker, der Plasmarest, der den Kern umgibt, weit geringer ist. Nach den Beobachtungen von LUSTIG (48) dringt der Nerv durch die Hülle von Rindensubstanz hindurch in den Plasmarest ein. Es wäre also auch hier und eben sowohl bei den Lumbricus- und Hirudozellen das unveränderte Plasma der Muskelzelle, welches den Nervenreiz an die kontraktile Substanz übermittelt.

Wir könnten für die Muskelzellen der Lumbriciden das Gleiche sagen, was ROHDE (26) bei der Betrachtung der Muskeln von Ascaris sagt: »Die KLEINENBERG'sche Neuromuskeltheorie ist vom physiologischen Standpunkte aus vollkommen aufrecht zu erhalten.« Ich will jedoch nicht verfehlten, nochmals auf das Hypothetische meiner Ausführungen hinzuweisen: ich habe keinen Nerven gefunden, der die Seitenlinie entlang liefe.

Überblicken wir die Muskulatur der gesammten Oligochaeten, so sehen wir, dass ihre Bestandtheile sich ganz ungezwungen unter einen einheitlichen Gesichtspunkt bringen lassen. Wir finden durchgängig Muskelemente, die ihre Zellnatur noch deutlich zur Schau tragen, indem sie noch einen Rest von Zellplasma und einen Kern besitzen. Dieselben lassen meist zwei Theile unterscheiden, den kerntagenden Plasmatheil und den muskulösen Theil; der erstere entspricht in seiner Lage der embryonalen Zelle, aus der sich die Muskelzelle entwickelt hat, der letztere bedeutet wohl nur einen Auswuchs an der Basis der Mutterzelle. Je nachdem sich die beiden Theile in ihrer Ausbildung zu

einander verhalten, und je nachdem im muskulösen Theile das von der Rindenschicht eingeschlossene Plasma reichlich oder gering ist, haben wir die verschiedenen Ausgestaltungen der Oligochaetenmuskelzellen. Abweichungen ergeben sich noch dadurch, dass der Kern aus dem Plasmatheil in den inneren Plasmarest tritt, und schließlich der Plasmatheil ganz in den langgestreckten Muskeltheil einbezogen wird und auch selbst von dem Mantel kontraktiler Rinde mit umschlossen wird. Durch diese mannigfältigen Umbildungen erhalten wir eine große Fülle verschieden gestalteter Muskelzellen, welche wir neben einander ordnen können zu einer zusammenhängenden Reihe von solchen mit einem der kontraktilen Substanz außen anliegenden Kern ohne inneres Plasma, bis zu solchen, bei denen der Kern im Innern der kontraktilen Substanz liegt und ferner von Muskelzellen, die denen der Nematoden außerordentlich ähnlich sind, bis zu solchen, wie sie bei Egeln allgemein vorkommen.

Die Zellen der Längsmuskellage sind bei den meisten Limicolen in einer Schicht neben einander im Umkreise der Leibeshöhle angeordnet. Verwickelter ist die Anordnung derselben bei den Lumbriciden. Bei dem ausgewachsenen Thiere stehen die Muskelzellen in Bündeln zusammen, die eine verschiedenartige Auffassung erfahren haben. Wir finden meist U-förmige Bündel, wobei die obere Öffnung des U der Leibeshöhle zugekehrt ist; bisweilen kommt es auch vor, »dass der innerhalb des Bündels liegende Raum auch gegen die Leibeshöhle abgeschlossen wird und das Bündel dann allseitig begrenzt erscheint« (ROHDE). Ein Fingerzeig dafür, wie diese Anordnung entstanden sei, ist gegeben durch die Verhältnisse, die ich bei einem ganz jungen Lumbricus von  $4\frac{1}{2}$  cm Länge fand: es zeigte sich nämlich, dass im ersten Segmente dieses Wurmes an vielen Stellen die Muskelzellen der Längsschicht noch in der Weise neben einander stehen wie bei den Limicolen; weiter traten dann Längsfaltungen in dieser Schicht auf, theils niedrigere, theils höhere, so dass sich Wellenlinien ergaben wie viele neben einander gestellte U; an den Umbiegungsstellen dieser Falten, also da, wo die benachbarten Schenkel zweier U zusammenstoßen, ist der ununterbrochene Zusammenhang der Muskelschicht noch deutlich erkennbar, indem die Muskelzellen, welche sonst stets senkrecht zu der U-Linie stehen, hier fächerförmig angeordnet sind und so den Übergang von der einen Seite zur andern vermitteln (Fig. 3 *üim*). Solche Bilder fand ich auch, wenn schon weniger deutlich, am Clitellum des ausgewachsenen *Lumbricus rubellus* Sav. An späteren Segmenten des jungen Thieres, sowie fast allgemein beim ausgewachsenen

Thiere fand ich solche Übergänge zwischen zwei benachbarten Bündeln nicht<sup>1</sup>.

Wie kommt nun die Trennung der Falten in Bündel zu Stande? Ich glaube, dass dies durch den Druck geschieht, den das Peritoneum auf die Falten ausübt oder den Widerstand, den es ihrem Höherwerden entgegensezt: es werden die fächerförmig gestellten Muskelzellen nach beiden Seiten aus einander gedrückt (Fig. 3, die zweite Umbiegungsstelle von rechts ab). Dieser Gedanke wurde mir nahegelegt durch ein Bild, wo ich bei noch fächerförmiger Stellung der Übergangsmuskelzellen die mittelste derselben mit ihrem oberen Theile rechtwinklig umgeknickt sah, wie es die nebenstehende Figur II zeigt. Der Druck des auflagernden Peritoneums wirkt noch weiter, so dass er schließlich auch die Schenkel des U an ihren Enden nach der Mitte zu umbiegt und so den vollständigen Schluss des Muskelbündels herbeiführt. Das Letztere wird besonders auch dadurch ermöglicht, dass die Muskelzellen nicht auf einer Basalmembran stehen<sup>2</sup>, sondern nur durch die zwischen ihnen befindliche granulirte Substanz mit einander zusammenhängen. Bei den Muskelbündeln der Polychaeten, wo ein solcher Druck offenbar nicht ausgeübt wird, bleibt die fächerförmige Anordnung der Übergangsmuskelzellen erhalten und die Faltenysteme sind noch deutlich wahrnehmbar wie bei dem jungen *Lumbri-*cus (vgl. Fig. 4 mit Fig. 3). Die Längsmuskulatur durchläuft also bei den Lumbriciden in ihrer Entwicklung den Weg, dessen verschiedene Stufen durch die Zustände bei Limicolen und Polychaeten gegeben sind, bis sie zu der besprochenen Bündelanordnung gelangt.

Auffallend ist bei dem Muskelschlauch der Oligochaeten das wechselnde Verhältnis, welches in der Stärke der Ring- und Längsmuskulatur der verschiedenen Arten herrscht. Während die Längsmuskulatur bei allen Arten gut ausgebildet ist, besonders



Fig. II. *pt*, Peritoneum;  
*rm*, Ringmuskulatur.

<sup>1</sup> Die verschiedenen Auffassungen der Muskelbündel sind besprochen bei ROHDE (25) und in der Einleitung. ROHDE selbst giebt an, dass die Bündelanordnung der Muskelzellen durch Faltung einer einfachen Längsmuskellage entstanden sei; doch hat er diese Faltung nicht näher verfolgt, ja er bestreitet sogar ausdrücklich das Vorhandensein von Übergangsstellungen der Muskelzellen, welche auf einen früheren Zusammenhang der U-förmigen Bündel deuten.

<sup>2</sup> UDE nahm eine solche Basalmembran an, was jedoch CERFONTAINE mit Recht zurückweist.

gleichmäßig bei den Limicolen, zeigen sich in der cirkulären Muskulatur auffallende Verschiedenheiten. Bei den Lumbriciden ist die letztere etwa der Stärke der Längsmuskulatur entsprechend ausgebildet, eben so noch bei den Enchytraeiden; schwach jedoch ist die Ringmuskulatur bei Naideen, Tubificiden und besonders bei Phreoryctes.

Die Ringmuskeln nun sind die Antagonisten der Längsmuskeln; während diese das Thier zusammenziehen, strecken es jene aus. Nun sehen wir freilich, dass die Einziehung viel kräftiger geschieht als die Ausstreckung; ich brauche nur an das schnelle Verschwinden der Tubificiden zu erinnern und ihr langsames Wiederhervorkommen. Das ist für den Rückzug bei Gefahr von Vortheil, für die gleichmäßige Fortbewegung aber ist ein Missverhältnis in der Ausbildung der beiden Muskellagen vorhanden. Da kommt nun zur Verstärkung der Ringmuskelwirkung noch ein anderes Mittel hinzu: die Ausbildung der Cuticula. Denn je stärker die Cuticula ist, um so mehr wird sie der Kontraktion der Längsmuskeln und dem damit verbundenen Dickerwerden des Thieres Widerstand entgegensetzen und um so mehr wird beim Aufhören der Kontraktion ihr Bestreben sein, sich zusammenzuziehen und so eine Streckung herbeizuführen. Das auffallendste Beispiel für eine solche Beziehung zwischen Stärke der Ringmuskellage und Cuticula bildet Phreoryctes; hier hat die Cuticula eine Dicke von  $4,6 \mu$ , was für einen wasserbewohnenden Oligochaeten sehr bedeutend ist, während die Ringmuskellage, der mehrschichtigen Längsmuskulatur gegenüber, außerordentlich dünn ist<sup>1</sup>.

## II. Die Hautsinnesorgane der Lumbriciden.

Die Hautsinnesorgane der Lumbriciden wurden von FRANZ EILHARD SCHULZE entdeckt und zuerst von MOJSISOVICS (49) kurz beschrieben; die eingehendere Beschreibung, die Letzterer in Aussicht stellt, ist nicht erschienen. Beide Autoren kannten diese Sinnesorgane nur von der Oberlippe und dem Kopfsegment, wo sie sowohl auf Querschnitten die Anwesenheit derselben gefunden als auch in den Poreninselchen der Cuticula die Durchtrittsstellen für die zarten Sinneshärchen derselben erkannt haben.

<sup>1</sup> Ganz eben so ist wohl die Dicke der Cuticula bei Ascaris zu erklären, da dort die Ringmuskulatur ganz fehlt und der Cuticula allein die Gegenwirkung gegen die Längsmuskulatur zufällt; in welcher Spannung sich jene hier befindet, sieht man beim Anstechen eines frischen Pferdespulwurms; es spritzt dann aus der im Leibesschlauch entstandenen Öffnung die Leibesflüssigkeit in scharfem Strahle weit heraus. — Starke Ausbildung der Cuticula kann freilich auch zum Schutze gegen Austrocknung dienen, wie z. B. bei Anachaeta, einem Enchytraeden, der an trockenen Orten lebt; die Dicke seiner Cuticula übertrifft die der anderen Enchytraeiden fast um das Doppelte (VEJDOVSKÝ).

UDE (34, p. 100 u. 101) bespricht diese Sinnesorgane in einer Anmerkung; er stellt zunächst fest, dass sich dieselben nicht auf den vordersten Körpertheil beschränken, sondern weit über den Körper verbreitet sind, und sieht deshalb in ihnen Tastorgane. Er bemerkte auch die sich ansetzenden Nervenfasern, doch vermochte er die Sinneshaare, die Mojsisovics an den Zellen fand, nicht zu entdecken. Betreffs der Lage der Sinnesorgane sagt er, dass sie zu vier bis sechs in der Nähe der Borsten stehen; er glaubt in dieser Gegend auch Ganglien gefunden zu haben, die mit den Sinnesknospen in Verbindung stehen, und vergleicht diese Gebilde daher hypothetisch mit den nervösen Apparaten der Rücken- und Bauchcirren bei den Polychaeten.

VEJDOSKÝ (32, p. 97) bespricht die »vornehmlich in den ersten Segmenten und auf dem Kopfe der Lumbriciden diffus vertheilten Sinnesknospen«; er findet sie bei *Dendrobaena rubida* Sav. hauptsächlich in der Nachbarschaft der Borstenbündel gelegen; »sie ragen hier nur durch ein schwaches Höckerchen über das Niveau der gewöhnlichen Hypodermiszellen hervor«. Die ähnlichen Organe bei *Lumbriculus* und *Rhynchelmis* fand er weiter verbreitet und stellte sie dort im 16., hier im 5. Segment sicher.

KULAGIN (43) spricht in seiner vorläufigen Mittheilung von kolbenförmigen Sinneszellen, welche im Labium sowie an den Seiten des 2. und 3. Segmentes der Regenwürmer sitzen, sagt aber nicht, ob dieselben zu besonderen Organen gruppiert sind.

CERFONTAINE (5) giebt eine gute Beschreibung der Sinnesorgane; er kennt ihre Verbreitung über den ganzen Körper; des Näheren hat er diese Verbreitung studirt durch Untersuchung der Poreninseln in der Cuticula, und hierbei festgestellt, dass sie im Allgemeinen auf einem Kreise liegen, der um die Mitte eines jeden Körperringes herumgeht. Jedes Segment ragt in seiner Mitte am meisten hervor und bildet somit eine Ringleiste, auf welcher die Borsten und die Sinnesorgane stehen. Die letzteren bezeichnet er, nach Maßgabe ihres Baues und ihrer Verbreitung, als Tastorgane.

LENHOSSÉK (44) ist mit der GOLGI'schen Methode an die Untersuchung des Nervensystems von *Lumbricus* herangegangen und dabei zu schönen Resultaten gekommen. Er fand in der Epidermis zahlreiche Sinneszellen und verfolgte deren Zusammenhang mit dem centralen Nervensystem; nach seinen Untersuchungen entbehren die Sinneszellen eines Stiftchens oder Sinneshaares am cuticularen Pole; die Nervenfasern, welche direkt in das proximale Ende der Sinneszellen übergehen, durchsetzen zu Bündeln vereinigt senkrecht die Ringmuskellage; die Bündel biegen dann um, verlaufen an der Grenze von Längs- und Ringmuskulatur und streben von allen Seiten her der Stelle zu, wo »knapp an der medialen Seite der inneren ventralen Borste« der durch eine Doppelwurzel aus dem Ganglion entspringende zweite und dritte Seitennerv des betreffenden Segmentes »in die Ringmuskelschicht einmündet«. Mit gewöhnlichen Färbungen konnte er die Nervenzellen von den »Stützzellen« der Epidermis nicht unterscheiden. Über die Verbreitung der Sinneszellen sagt er (p. 109): »sie finden sich weder auf gewisse Gegenden beschränkt noch an bestimmten Stellen zu besonderen Sinnesorganen angehäuft, sondern erscheinen über alle Gebiete der Epidermis gleichmäßig vertheilt«.

RETIUS (24) kommt mit derselben Methode im Ganzen zu den gleichen Ergebnissen wie LENHOSSÉK: auch er findet die zahlreichen Sinneszellen und vermag keine bestimmte Anordnung derselben darzulegen; »eine Gruppierung zu dicht gedrängten Gruppen oder Organen, wie von vorn herein angenommen werden konnte, scheint

nicht vorzukommen«. Er schildert weiter den Verlauf der sensiblen Fasern: im Bauchmark erstrecken sie sich der Länge nach jederseits in drei Strängen von verschiedener Stärke, deren Fasern aus den drei Seitennerven jedes Segmentes herstammen: der stärkste jener Stränge empfängt von allen drei Seitennerven Faserbündel, das bedeutendste von dem mittleren; von den beiden anderen Strängen sensibler Fasern erhält der eine von dem ersten und zweiten, der andere nur von dem zweiten Seitennerven Bündel von Nervenfasern. Es verläuft also die größte Menge sensibler Fasern in dem mittleren Seitennerven, eine geringere Anzahl in dem vorderen, nur wenige in dem hinteren.

Zunächst möchte ich den beiden letzten Forschern gegenüber das Vorhandensein von Gruppen der Sinneszellen, von Sinnesorganen, feststellen, wie sie ja frühere Untersucher schon angegeben und abgebildet haben. Die Eigenschaft der GOLGI'schen Methode, nur einzelne von vielen gleichartigen Zellen zu färben, hat LENHOSSÉK und RETZIUS hier irre geführt, und der Schluss, den sie aus ihren negativen Befunden zogen, war nicht vorsichtig genug. Dem Werthe ihrer schönen Untersuchungen thut dies natürlich wenig Abbruch.

Die Sinnesorgane sind bei Anwendung der gewöhnlichen Konserverungsmethoden (ich benutzte Pikrinschwefelsäure- und Sublimatfixirung) und Färbung mit Boraxkarmin leicht zu finden. Man erkennt sie, wie UDE richtig angiebt, selbst bei geringer Vergrößerung dadurch, dass auf eine gewisse Erstreckung die Schleimzellen gänzlich fehlen; zugleich ist die Cuticula mehr oder weniger vorgewölbt; bei starker Vergrößerung sieht man dann die Stiftchen oder Härchen der Sinneszellen über die Cuticula hervorragen. Deutlicher aber treten die Sinneszellen hervor an Präparaten, welche einen Tag lang in stark verdünntem BÖHMER'schen Hämatoxylin gefärbt und eben so lange ausgewässert wurden; es färbten sich auf diese Weise der ganze Körper der Sinneszellen dunkelblau, so intensiv, dass man die Sinnesorgane auch auf Flächenschnitten durch die Epidermis als Inseln dunkler Zellquerschnitte erkennen kann; auch die Sinneshaare werden durch Hämatoxylin matt blau gefärbt — mit Karmin färben sie sich nicht.

In den Sinnesorganen von *Lumbricus herculeus* Sav. finden wir Sinneszellen und Stützzellen (vgl. Fig. 42 *sz* und *stz*)<sup>1</sup>.

Die Sinneszellen sind sehr schlank; in der Gegend, wo der Zellkern liegt, sind sie etwas verdickt, da der Kern breiter ist als die anderen Theile des Zellkörpers; der Kern ist ziemlich langgestreckt, walzig; die von LEYDIG entdeckten, mit der GOLGI'schen Methode so schön nachweisbaren dendritenartigen Fortsätze<sup>2</sup> der Zellen konnte ich

<sup>1</sup> Das Gleiche giebt COLLIN (7) für *Criodrilus lacuum* an.

<sup>2</sup> Ich möchte hier Gelegenheit nehmen, zu einer Stelle in LENHOSSÉK's Arbeit, die meinem Stoffe ferner liegt, eine Bemerkung zu machen. LENHOSSÉK bespricht

nur bei Anwendung dieser Methode, nicht aber bei gewöhnlichen Färbungen erkennen. So mannigfache Formen der Sinneszellen, wie sie LENHOSSÉK und RETZIUS beschreiben und abbilden, sind mir nicht vorgekommen; die Zellen unterschieden sich nur dadurch, dass der Kern bald höher, bald tiefer lag; diese verschiedene Lage der Kerne findet sich besonders bei dicht neben einander liegenden Zellen, wo dann die kernhaltende Anschwellung der einen Zelle über die der anderen zu liegen kommt (Fig. 12); es dient dies offenbar dazu, ein dichteres Zusammenstehen der Zellen zu bewirken. Die Zahl der Sinneszellen in einer Sinnesknospe ist wechselnd, bisweilen ziemlich groß; ich zählte auf Flächenschnitten durch die Epidermis der Oberlippe 16—20—25. Die Zellen tragen an ihrem peripheren Ende feine Härchen oder Stiftchen, welche die Cuticula durchbohren; dieselben färben sich mit Hämatoxylin schwach blau, so dass die Cuticula an der Durchbohrungsstelle einen bläulichen Farbenschein hat; günstige Schnitte durch Material, welches mit Hämatoxylin gefärbt war, machten mir zweifellos, dass jede Zelle nur ein Stiftchen trägt (Fig. 12). Bei Präparaten, an denen durch die Einwirkung der Konservirungslüssigkeit die Stiftchen undeutlich geworden waren, merkt man ihre Anwesenheit am leichtesten dadurch, dass sich zwischen ihnen Fremdkörperchen festgesetzt haben, während die benachbarten Theile der Cuticula davon frei sind. Diese Fremdkörper verhindern auch, genau zu erkennen, ob die Stiftchen an ihrem Ende ein feines Knöpfchen tragen, wie es manchmal den Anschein hat.

Die Sinneszellen schließen nicht alle dicht an einander, sondern sind meist durch *Stützzellen* (Fig 12 *stz*) getrennt; diese Stützzellen färben sich mit Hämatoxylin weniger stark; ihr Zellkörper ist dicker, an der Stelle, wo der Kern liegt, ist daher keine Anschwellung; der Kern ist länglich, etwa eben so lang, aber dicker als der der Sinneszellen; wir haben es offenbar mit gewöhnlichen, unveränderten Epidermiszellen zu thun.

die Dendriten der Epidermiszellen und meint, dass ihre Funktion nicht die Ernährung der Zellen sein könne, da diese anderweitig mit Nahrung versorgt würden; »es besteht nämlich das Verhalten, dass von den in der Ringmuskellage verlaufenden horizontalen Gefäßstämmen zahlreiche Gefäße in die Epidermis selbst hineintreten, innerhalb deren sie sich bis knapp unter die Cuticula emporheben«. Ich habe an Präparaten, in denen sonst die feinsten Kapillaren gefärbt waren, nur am Clitellum und den Tubercula pubertatis die Gefäße in größerer Zahl und weit in die Epidermis eindringen sehen; an anderen Stellen zeigt sich nur vereinzelt eine Gefäßschlinge, die in die Epidermis eindringt, und dann nur wenig weit. Wo eine solche Gefäßschlinge in der Hypodermis zu sehen ist, hätten sich doch auch die übrigen färben sollen! Ich glaube, dass »die Launenhaftigkeit der GOLGI'schen Methode« hier dem Autor einen Streich gespielt hat.

Die Cuticula ist über den Sinnesknospen stets etwas verdünnt im Vergleich zu den benachbarten Stellen, wie dies schon Mojsisovics sah und abbildete; ihr innerer Kontour, der sonst glatt und scharf ist, erscheint an dieser Stelle wie angefressen.

Das Hervortreten der Sinnesknospen über das Niveau der übrigen Epidermiszellen ist nicht überall das gleiche. Bei *Lumbricus herculeus*, nach VEJDovský eben so bei *Dendrobaena rubida* Sav., trifft man nur eine seichte Erhebung (Fig. 12 und 13); sie beträgt gewöhnlich 4—5  $\mu$  (ausnahmsweise fand ich eine solche von 10,5  $\mu$ ); doch gibt es, besonders in der Oberlippe, auch Sinnesknospen, die gar nicht über die umgebenden Zellen hervorragen. Bei *Allolobophora chlorotica* Sav. jedoch ist die Hervorragung bedeutender, je nach der Größe der Sinnesknospe  $4\frac{1}{2}$ —9  $\mu$ ; sie springt besonders noch dadurch in die Augen, dass die Erhebung der Cuticula keine allmähliche ist, sondern ganz unvermittelt unter rechtem Winkel geschieht (Fig. 14).

Die Form der Sinnesorgane ist verschieden bei verschiedenen Arten, wie VEJDovský angiebt. Er fand sie knospenförmig bei *Lumbricus terrestris* L. und *purpureus* Eisen, sowie bei *Allolobophora cyanea* Sav. und *foetida* Sav., dagegen von beiden Seiten stark komprimirt und an der Basis gerade abgestutzt bei *Dendrobaena rubida* Sav. (vgl. seine Taf. XV, Fig. 12). Ich kann für die Sinnesorgane von *Lumbricus herculeus* Sav. (*terrestris* L. e. p.) die erstere Form bestätigen: sie sind, wie ein längliches Tönnchen, in der Mitte am dicksten und verschmälern sich nach vorn und hinten (Fig. 12). Bei *Allolobophora chlorotica* fand ich sie in der Form eines abgestumpften Kegels, unten gerade abgeschnitten und breiter als oben (Fig. 14).

Obgleich der Herantritt der Nerven an die Sinnesorgane nicht gerade schwierig zu beobachten ist, finden sich doch fast keine Angaben darüber in der Litteratur<sup>1</sup>. Auf Schnitten durch Würmer, die mit Chromosmiumessigsäure oder Sublimat oder Pikrinschwefelsäure fixirt waren, konnte ich bei Färbung mit GRENACHER'S Boraxkarmin die Nerven der Sinnesorgane verfolgen. Man sieht von der Grenze der

<sup>1</sup> UDE fand, wie schon kurz erwähnt, bei *Lumbricus rubellus* Hoffm. nahe den Borstenbündeln »in der Tiefe der Ringmuskulatur einen umfangreichen Komplex von auf Schnitten rundlichen Zellen mit Kernen mit Nucleolus«, die »nach ihrem Habitus so sehr an Ganglienzellen erinnerten«, dass er nicht bezweifelt, »es hier mit einer ganglionären Anschwellung zu thun zu haben, um so mehr, da bei einem Präparate von demselben feine Fäden (vielleicht Nervenfäden?) ausgehen und nach der Hypodermis hin verlaufen«. VEJDovský sagt nichts über etwaige an die Sinnesknospen herantretende Nervenfasern. LENHOSSÉK und RETZIUS schildern zwar den Verlauf der sensiblen Fasern, die an Nervenzellen herantreten, kennen aber unsere Sinnesorgane nicht.

Längs- und Ringmuskellage zur Basis der Epidermis Bündel von Nervenfasern verlaufen, welche die Ringmuskelschicht senkrecht durchsetzen (Fig. 13). Auf Schnitten, welche ein solches Bündel der Länge nach treffen, zählte ich ungefähr 15 Fasern. Dieselben erscheinen nicht alle gestreckt, sondern haben zum Theil einen welligen Verlauf, wie die Figur zeigt. Bisweilen bemerkte man, dass die Fasern an der Epidermis sich direkt in die Zellen eines Sinnesorgans fortsetzen; oft aber sah ich sie auch die Basis der Epidermis erreichen, ohne dass gerade eine Sinnesknospe an dieser Stelle lag; man muss also annehmen, dass die Fasern umbiegen und unter der Epidermis hin zur nächsten Sinnesknospe verlaufen. Proximalwärts wenden sich die Fasern unter rechtem Winkel um und gehen an der Grenze der beiden Muskelschichten dem Bauchmark zu, und zwar senkrecht zur Richtung der Längsmuskelfasern. Sie haben also genau den gleichen Verlauf, wie ihn LENHOSSÉK und RETZIUS von den sensiblen Nervenfasern schildern. Ein peripher gelegenes Ganglion, in welches die Fasern einmünden könnten, habe ich nirgends gefunden.

Was zunächst die Verbreitung der Sinnesorgane angeht, so sind sie nicht auf die Oberlippe und das Kopfsegment (F. E. SCHULZE, MOJSISOVICS) oder die vorderen Segmente beschränkt. Schon UDE (31, p. 100) sagt, dass sie sich weit über den Körper erstrecken. Ich habe sie bei Allolobophora chlorotica mittels Längsschnittserien an sämtlichen 30 ersten Segmenten nachgewiesen; bei Lumbricus herculeus fand ich sie auf Querschnitten zahlreich bis ins 20. Segment und wiederum in ziemlicher Anzahl auf Schnitten, die  $1\frac{1}{2}$  cm vor dem Schwanzende durch den Wurm geführt waren. Man muss also annehmen, dass die Sinnesorgane über alle Segmente des Thieres verbreitet sind.

Bei der Untersuchung einer Längsschnittserie von Allolobophora chlorotica ergab sich, dass die Sinnesknospen an den Körperringen vom zweiten ab nach hinten in einer ganz bestimmten Anordnung sich vorfinden. Sie treten nämlich beständig an drei Stellen auf: einmal in der Nähe des Vorderrandes des Segments (Fig. 15), etwa  $\frac{1}{5}$  der Segmentlänge davon entfernt, dann in der Mitte des Segments, und schließlich in der Nähe des Hinterrandes, symmetrisch zu den vorderen. Da ich an vielen auf einander folgenden Längsschnitten stets das gleiche Ergebnis bekam, so erhellt daraus ohne Weiteres, dass die Sinnesorgane in jedem Segmente auf drei Gürteln liegen, die um das Segment herumlaufen<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Wie bereits oben angeführt wurde, hat CERFONTAINE den mittleren, deutlichsten dieser Gürtel schon erkannt, und zwar durch Beobachtung der den Sinnesknospen entsprechenden Poreninselchen in der Cuticula.

Die Sinnesknospen sind jedoch auf die drei Gürtel durchaus nicht gleichmäßig vertheilt. Es hat vielmehr der mittlere Gürtel bei Weitem die größte Anzahl der Sinnesorgane, dann folgt der vordere, zuletzt der hintere. Ich habe bei *Allolobophora chlorotica* an 55 auf einander folgenden Schnitten einer Längsschnittserie, welche durch die Segmente 4—15 ging, die Sinnesknospen gezählt und fand im Ganzen, Oberlippe und erstes Segment ausgeschlossen, 399; von diesen lagen 241 im mittleren, 110 im vorderen und 48 im hinteren Sinnesgürtel der Segmente. Die Zahl der Sinnesorgane also, welche im vorderen, mittleren und hinteren Gürtel liegen, verhält sich bei dieser Art wie  $2\frac{1}{4} : 5 : 1$ ; bei *Lumbricus herculeus* ist dies Verhältnis für den vorderen und hinteren Sinnesgürtel noch ungünstiger. Obwohl diese Zählung unvollständig ist, da ja nicht die ganze Längsschnittserie in dieselbe einbezogen wurde, sondern nur der mittlere Theil derselben, wo der Schnitt die Subcuticula annähernd senkrecht durchsetzt — ein Streifen von etwa  $\frac{1}{2}$  mm Breite — so kommen trotzdem auf jedes Segment durchschnittlich 28 bis 29 Sinnesorgane, also schon eine beträchtliche Zahl bei dieser viel zu niedrigen Schätzung.

Sicherere Zählungen sind auf Querschnitten durch den Wurm möglich. Zwar habe ich einen Sinnesgürtel nie so günstig getroffen, dass er nur einen oder wenige Schnitte einnahm, sondern ich konnte ihn durch ungefähr 20 auf einander folgende Schnitte verfolgen, in denen sich die Sinnesorgane nach und nach, von unten nach oben auf der Peripherie fortschreitend, folgten. So zählte ich bei *Lumbricus herculeus* im 10. Segment die eine (seitliche) Hälfte des mittleren Gürtels und fand darauf 52 Sinnesknospen; für den ganzen mittleren Gürtel also würde das über 100 Sinnesknospen ausmachen, da diese ja auf beiden Seiten gleichmäßig vertheilt sind. Weiter ergab eine Zählung des halben mittleren Gürtels im 16. Segment 46 Sinnesknospen, für den ganzen Gürtel also 92; in einem Segment  $1\frac{1}{2}$  cm vor dem Schwanzende fanden sich im halben mittleren Gürtel 32, für den ganzen also über 60 Sinnesknospen. Die Zahl der Sinnesorgane im vorderen und hinteren Gürtel ist, wie schon gesagt, bedeutend geringer. Im Ganzen beläuft sich die Zahl der Sinnesknospen in den vorderen Segmenten höher als in den hinteren; doch ist sie in letzteren, wie obige Zahl zeigt, immer noch bedeutend. Die Vertheilung der Sinnesorgane in den Gürteln ist symmetrisch, so dass rechts und links von der Mittellinie etwa die gleiche Zahl derselben gelegen ist. Im Übrigen liegen die Sinnesknospen auf der Bauchseite zwischen den ventralen Borstenpaaren wenig dicht, auf der Rückenseite etwas dichter, am dichtesten in der Nähe der Borsten, bei *Lumbricus herculeus* vornehmlich zwischen

der dorsalen und ventralen Borstenreihe<sup>1</sup>. An den Stellen, wo die Epidermis drüsig verdickt ist, wie am Clitellum, auf der Ventralseite der Geschlechtssegmente und an den Tubercula pubertatis, vermochte ich keine Sinnesorgane zu finden. Wohl aber liegen solche bei *Lumbricus rubellus* und *herculeus* auf der Bauchseite der Clitellumringe, zwischen den beiden ventralen Borstenpaaren und den beiden Borsten jedes dieser Paare.

Jene Querschnitte, auf denen ich die Zählungen vornahm, erweisen noch eine andere bedeutsame Thatsache: die drei Sinnesgürtel stehen in Zusammenhang mit den drei Ringnervenpaaren, welche in jedem Segmente aus dem Bauchstrange ihren Ursprung nehmen. Der vorderste dieser Ringnerven entspringt gesondert, die beiden hinteren haben eine gemeinschaftliche Wurzel, entfernen sich aber bald von einander. Der Verlauf der Ringnerven ist der gleiche wie der der Sinnesgürtel. Die Nervenbündel, deren Fasern an die Sinneszellen der Knospen ansetzen, treten in diese Ringnerven ein und verlaufen in ihnen zum Bauchmark. Hierbei ergibt sich eine schöne Übereinstimmung meiner Befunde über die Zahl der Sinnesknospen in den einzelnen Gürteln mit denen von RETZIUS über die Vertheilung der sensiblen Nervenfasern auf die einzelnen Ringnerven. Dieser Forscher fand, wie schon oben angeführt, dass der Länge nach im Bauchstrang jederseits drei verschieden starke Stränge sensibler Fasern verlaufen, welche an die Ringnerven Zweige solcher Fasern abgeben: der stärkste dieser drei Stränge giebt seinen Hauptast an den vorderen Nerven der Doppelwurzel, also den zweiten Ringnerven, außerdem einen schwächeren an jeden der beiden anderen Ringnerven ab; der zweite der sensiblen Bauchmarkstränge giebt Äste an den ersten und zweiten, der dritte nur an den zweiten Nerven einen Ast ab. Es erhält also der mittlere Ringnerv Nervenfasern von allen drei sensiblen Strängen des Bauchmarks, der vordere nur von zweien, der hintere nur von einem. Dem entsprechend finden wir die überwiegende Anzahl von Sinnesorganen im mittleren Gürtel, weniger im vorderen, nur ganz wenige im hinteren.

Bei *Lumbricus herculeus* tritt, wie schon gesagt, das Überwiegen des mittleren Ringnerven über die beiden anderen in Bezug auf die Zahl der zugehörigen Sinnesorgane noch stärker hervor als bei *Allolobophora chlorotica*. Ich will diesen Nerven in seinem Verlaufe noch näher

<sup>1</sup> Daher mag es kommen, dass UDE, der zuerst eine weitere Verbreitung der Sinnesorgane über den Regenwurmkörper erkannte, sie auf letztere Stellen beschränkt glaubte; er fand sie »in einer Anzahl von vier bis sechs Knospen in der Nähe der Borsten, und zwar dorsal und ventral und zwischen ihnen«.

schildern (Fig. 19): er tritt dicht vor dem dritten Ringnerven, mit diesem eine starke Doppelwurzel bildend, aus dem Bauchstrange aus und läuft senkrecht zur Längsachse des Thieres auf den Theil der Längsmuskelschicht zu, welcher zwischen den beiden Borsten des ventralen Borstenbündels steht, er erreicht dieselbe etwa in der Gegend des Borstenbündels; hier theilt er sich in zwei ungleich starke Äste, von denen der stärkere dorsal, der schwächere ventral von jener Muskelleiste zur Ringmuskulatur und zugleich ein wenig nach hinten verläuft. Der letztere Ast biegt an der Grenze der Ringmuskelschicht bauchwärts um und begegnet in der Medianlinie dem der anderen Seite. Der obere Ast giebt an der Grenze der Muskelschichten einen schwachen Seitenzweig ab, der die Strecke zwischen den beiden Borsten des ventralen Borstenpaars versorgt; sein Haupttheil biegt dorsalwärts um und wendet sich, ebenfalls zunächst an der Grenze der beiden Muskelschichten hinziehend, nach dem Rücken zu; er geht dabei dicht hinter dem dorsalen Borstenpaare vorbei; eine Strecke über der oberen Borste des letzteren, etwa in der Höhe des Darmes, verlässt der Nerv die Grenzlinie zwischen Längs- und Ringmuskellage und senkt sich allmählich tiefer in letztere ein, so dass er schließlich ziemlich weit peripheriewärts in derselben verläuft; ob seine letzten Fasern in ein Sinnesorgan eintreten, oder ob er sich mit dem entsprechenden Nerven der anderen Seite vereinigt, konnte ich nicht ermitteln; doch erscheint mir die erstere Möglichkeit als die wahrscheinlichere. Wie der Nerv in seinem ganzen Verlaufe mit Sinnesorganen in Verbindung steht, habe ich auf Fig. 19 dargestellt; es leuchtet ein, dass er, je weiter er von seiner centralen Ursprungsstelle entfernt ist, um so schwächer wird, oder — wenn wir umgekehrt seine Ursprungsstelle in den Hautsinnesorganen annehmen — dass er um so stärker wird, je mehr er sich dem Centralorgan nähert. — Die vorderen und hinteren Ringnerven, welche schwächer sind als der mittlere, bleiben bei *Lumbricus herculeus* in ihrem ganzen Verlaufe auf der Grenze der beiden Muskellagen, ohne in die Ringmuskelschicht einzutreten. Sie haben vielleicht hauptsächlich motorische Funktionen, während der mittlere vorwiegend sensibel ist.

Bei *Allolob. chlorotica* ist noch ein weiterer Unterschied zwischen dem mittleren Sinnesgürtel und den beiden anderen zu beobachten. Wir haben nämlich bei dieser Art zweierlei Hautsinnesorgane, die sich durch ihre Größe unterscheiden (Fig. 15): die größeren haben auf Schnitten eine Breite von 13—18,5  $\mu$ , dicht unter der Cuticula gemessen, und ragen 7 $\frac{1}{2}$ —9  $\mu$  über die Umgebung hervor; die kleineren messen nur 6,5—8  $\mu$  in der Breite, und ihre Erhebung über die Nachbarzellen beträgt 4,5—6  $\mu$ ; im Übrigen sind diese Sinnes-

knospen vollkommen gleich gebaut. Der mittlere Sinnesgürtel nun hat Sinnesorgane von beiden Größen, wobei die Zahl der größeren überwiegt. In den beiden anderen Gürteln jedoch sind lediglich die kleineren Sinnesorgane vorhanden (Fig. 45).

Wie ist nun aber die Vertheilung der Sinnesorgane in den Segmenten, in denen keine Bauchganglien vorhanden sind, also im ersten bis dritten, und in der Oberlippe? Betreffs des zweiten und dritten Segmentes lehren uns die oben erwähnten Längsschnittserien, dass wir hier die nämlichen drei Sinneszonen haben, wiederum mit Überwiegen der mittleren; ich fand auf einer Reihe von etwa 40 Längsschnitten in dem mittleren Gürtel 20 und 47, in den vorderen und hinteren etwa 15 und 13 bezw. je 8 Sinnesknospen in diesen Segmenten. Am ersten Segment tritt ebenfalls der mittlere Gürtel auf das deutlichste hervor; ich zählte in demselben 20 Sinnesorgane auf den oben erwähnten Schnitten; der vordere und hintere Gürtel waren etwas weniger deutlich, die Sinnesknospen standen da auf einer breiteren Fläche. Am Kopflappen (Oberlippe) konnte ich eine bestimmte Regel in der Anordnung der Sinnesknospen nicht finden.

An Querschnitten durch das Vorderende von *Lumbricus herculeus* habe ich den Nervenverlauf in den drei vordersten Segmenten verfolgt und bin zu den folgenden Resultaten gekommen, zu deren Verdeutlichung Fig. 20 dient. Von den vorderen Nervencentren, nämlich den den Schlundring bildenden oberen und unteren Schlundganglien und den sie verbindenden Kommissuren, gehen drei starke Nervenpaare nach vorn, und zwar eines von dem ersten Bauchstrangganglion, dem Ganglion des vierten Segmentes, eines von den Kommissuren und eines von dem oberen Schlundganglion.

Das Nervenpaar aus dem ersten Bauchganglion entspringt eine Strecke hinter der Einmündung der Schlundkommissuren in dieses und geht zunächst in Gestalt zweier einfacher Nerven nach vorn, in der Höhe der ventralen Borstenlinie verlaufend; jeder dieser zwei Nerven theilt sich bald in mehrere Äste. Nicht weit von dem Eintritte in das dritte Segment tritt einer dieser Äste, der ziemlich stark ist, ganz nahe an den Längsmuskelstreifen heran, der zwischen den beiden Borsten des ventralen Borstenpaars liegt; indem er dann, dorsalwärts von dem Muskelstreifen, nach der Peripherie zu senkrecht umbiegt, theilt er sich zugleich und giebt zwei Ringnerven den Ursprung, welche an der Grenze zwischen Längs- und Ringmuskellage nach dem Rücken hin ziehen (Fig. 20, III, 5 u. III, 2); sie entsprechen dem zweiten und dritten Ringnerven der folgenden Segmente und entspringen wie diese aus einer gemeinsamen Wurzel. Diese Nervenstränge stehen beide mit zahl-

reichen Sinnesorganen, dem mittleren und hinteren Sinnesgürtel, in Verbindung; letzterer enthält weniger Sinnesorgane als ersterer. Ein fernerer Ast des oben genannten Nerven geht weiter nach vorn, legt sich ebenfalls dem schon erwähnten Längsmuskelstreifen an und giebt am vorderen Ende des Segmentes in gleicher Weise wie der vorige, einen Ringnerven (Fig. 20, III, 1) ab, der eine Anzahl von Sinnesorganen mit Nerven versorgt und dem vorderen Ringnerven der hinteren Segmente entspricht. Endlich dringt auch ein Ast des in Rede stehenden Nerven noch bis ins zweite Segment vor, lenkt allmählich nach oben, bis er in die Höhe des dorsalen Borstenpaars kommt und giebt dann einem Nervenpaare (Fig. 20, II, 5 u. II, 2) den Ursprung, welches auf der Grenze der beiden Muskellagen nach dem Rücken hin läuft; dieses Nervenpaar entspricht wiederum dem mittleren und hinteren Ringnerven der hinteren Segmente; die dazu gehörigen Sinnesorgane bilden den mittleren und hinteren Sinnesgürtel. Es ist sehr bemerkenswerth, dass im zweiten und dritten Segmente diese beiden Nerven eben so wie in den hinteren Segmenten, gemeinsam entspringen. Zugleich ist auch stets der vordere Nerv dieses Doppelnerven derjenige, welcher die meisten Sinnesorgane versorgt; doch bleibt er in seinem ganzen Verlaufe an der Grenze der Muskellagen und tritt nicht, wie bei den hinteren Segmenten, nach dem Rücken zu in die Ringmuskelschicht ein.

Jedem der bisher geschilderten auf der Rückenseite der Segmente verlaufenden Ringnerven entspricht ein schwächerer, ventralwärts hinziehender Nerv; dieser nimmt jedes Mal von einem besonderen Aste des vom Bauchganglion ausgehenden Hauptnerven seinen Ursprung, und tritt unterhalb des Längsmuskelstreifens, welcher zwischen den beiden Borsten des ventralen bzw. dorsalen Borstenbündels verläuft, in die Grenze zwischen Längs- und Ringmuskellage ein.

Ein zweites Nervenpaar entspringt, wie schon gesagt, aus den Kommissuren, und zwar ziemlich weit unten, etwas unterhalb des Darms, kurz vor der Einmündung der Kommissuren in das untere Schlundganglion. Der Nerv geht gerade nach vorn, theilt sich zunächst bald in zwei Äste, die sich dann weiter spalten. Nahe am Vorderende des zweiten Segmentes liegt der vorderste Ringnerv (Fig. 20, II, 1) dieses Segmentes, welcher von dem in Rede stehenden Nerven seine Fasern empfängt; es sind hier aber mehrere Äste des Hauptnerven an der Bildung des Ringnerven betheiligt, und zwar tritt ein Theil durch die Lücken der Längsmuskeleinschicht, die dem oberen Borstenpaar entspricht, ein anderer Theil durch die Muskellücken des unteren Borstenpaars. Auch dieser Ringnerv steht in seinem ganzen Verlaufe mit Sinnesorganen in Verbindung. — Auch im ersten Segmente finden wir

drei Ringnerven (Fig. 20, I, 3, 2, 1), welche alle drei von dem aus den Schlundkommissuren entspringenden Hauptnerven versorgt werden; der zweite und dritte Ringnerv entspringen im ersten Segment nicht aus einer Wurzel. Der Hauptnerv ist in diesem Segmente schon in viele kleine, ziemlich gleichmäßig über die ganze Peripherie vertheilte Längsbündel zersplittert; mit jedem Ringnerven treten hier eine größere Anzahl dieser Theilnerven in Verbindung, vier und mehr auf jeder Seite. Auch geben diese Nervenbündel nicht nur als Theile des Ringnerven, sondern auch direkt Nervenfasern an Sinnesorgane ab; dadurch erklärt es sich, dass im ersten Segmente die Anordnung der Sinnesorgane sich etwas komplizirt, indem zwar die drei Sinnesgürtel, die den drei Ringnerven entsprechen, noch erkennbar sind, außerhalb derselben aber, ohne merkliche Regelmäßigkeit der Vertheilung, Sinnesorgane liegen. Besonders zahlreich liegen die Sinnesorgane am Vorderende des Segmentes.

Das dritte Nervenpaar, welches nach vorn verläuft, entspringt aus dem im dritten Segment gelegenen oberen Schlundganglion, und zwar aus seinem vordersten und seitlichsten Theile, oder, wie LEYDIG sagt, »vom Seitenrande der oberen Hirnportion, ehe die Kommissuren abbiegen«. Jeder Nerv dieses Paars theilt sich bald nach seinem Ursprung, schon im dritten Segment, in zwei Äste; in der Mitte des zweiten Segmentes zählen wir jederseits vier Äste, und so geht die Theilung weiter (vgl. Fig. 20). Die Theilstäbe jeder Seite liegen bis in den vorderen Theil des ersten Segments ziemlich genau in einer senkrechten Ebene, die der Medianebene parallel ist; erst in der Oberlippe breiten sie sich etwas unregelmäßiger aus und liegen nahezu gleichmäßig auf dem ganzen Umkreise verstreut. Doch kann man bis weit nach vorn die Symmetrie der Vertheilung wahrnehmen. Die ganze Masse dieses aus dem oberen Schlundganglion entspringenden Nerven geht, wie schon LEYDIG sagt, in die Oberlippe; nirgends konnte ich beobachten, dass vorher ein Ast abgegeben würde. Es erinnert dies an das Verhalten bei niederen Oligochaeten, wo das obere Schlundganglion weiter vorn liegt, im ersten Segment oder gar zum Theil in der Oberlippe, und ebenfalls alle Nerven in diese hineinsendet. Die zu dünnen Bündeln zersplitterten Nerven treten in der Oberlippe überall mit Sinnesorganen in Verbindung, auf der Dorsal- wie Ventralseite der Lippe; daher die unregelmäßige Anordnung der Sinnesorgane in diesem Theile.

Die Sinnesorgane sitzen an der Oberlippe außerordentlich dicht. Bei den mit Hämatoxylin gefärbten Präparaten kann man auf Flächenschnitten durch das Epithel deutlich die Querschnitte der Sinnes-

organe an der dunklen Färbung erkennen. Daher war es leicht möglich, Zählungen anzustellen, und ich habe dies an verschiedenen Stellen gethan. Ich fand dabei z. B. auf einer Fläche von  $9758 \mu^2$  7 Sinnesorgane, auf  $12996 \mu^2$  zwischen 8 und 11 Sinnesorgane; das würde auf 1 qmm 714 bzw. 616 und 847 Sinnesorgane ergeben. Aus sechs solchen Messungen, die in verschiedenen Gegenden der Oberlippe gemacht wurden, finde ich durchschnittlich 686 Sinnesknospen für 1 qmm. Rechnen wir nun, dass die Oberlippe von *Lumbricus herculeus* eine Oberfläche von mindestens 3 qmm hat und nehmen wir vorsichtigerweise nur 600 Sinnesorgane für 1 qmm an, so erhalten wir für die ganze Oberlippe die hübsche Summe von ungefähr 1800 Sinnesknospen. Damit wird dies Gebilde als ein Tastorgan von außerordentlicher Empfindlichkeit erwiesen.

Auf der Unterseite der Oberlippe am Eingang in die Mundhöhle und in der dorsalen Wand des vordersten Theiles des Schlundes finden sich unsere Sinnesknospen ebenfalls in großer Zahl; sie sitzen hier zwischen Zellen, die mit feinen Wimpern oder Härchen bedeckt sind, und lassen sich leicht dadurch erkennen, dass ihre Härchen deutlicher über die der umgebenden Zellen hervorragen (Fig. 16).

Die Nerven der Oberlippe nehmen durch einen Umstand unsere besondere Aufmerksamkeit in Anspruch: wir finden hier nämlich eine große Zahl von Ganglien in dieselben eingeschaltet. Diese Ganglien sind von sehr verschiedener Größe: an den größeren, welche im Verlaufe der Hauptnerven und daher mehr nach der Mitte zu liegen (Fig. 21 u. 22), maß ich bei Querschnitten zwei auf einander senkrechte Durchmesser und erhielt als Maße  $106 \times 93 \mu$ ,  $125 \times 86 \mu$  und  $106 \times 86 \mu$ ; die kleineren liegen sämtlich mehr peripheriewärts, in dem innersten Theile der die Oberlippe auskleidenden Muskelschicht; ich maß bei ihnen  $40 \times 33 \mu$  und  $32 \times 21 \mu$ . Den Zusammenhang dieser Ganglien unter einander veranschaulicht Fig. 18 und 21, wir sehen in Fig. 21 einen der Nervenäste in seinem ganzen Verlaufe (abgesehen von seitlichen Verzweigungen) dargestellt; die großen Ganglien sind in den Nervenast eingeschaltet an Stellen, wo ein kleinerer Seitenzweig entspringt; ein solcher geht dann beim Eintritt in die Muskelschicht in ein kleineres Ganglion über; aus diesem treten dann wieder mehrere Nerven aus, die, bisweilen nach nochmaliger Spaltung, sich mit den Sinnesorganen verbinden.

Der Bau dieser Ganglien ist in den Grundzügen dem der centralen Ganglien gleich: sie haben eine innere Punktsubstanz von verfilzten Nervenfasern und Dendriten der Ganglienzellen, und um diese herum gruppieren sich die Zellen (Fig. 17 u. 18), auf einem Querschnitt je nach Größe des Ganglions und Schnittgegend in der Zahl von 2—6—10.

Die Fortsätze der Ganglienzellen lassen sich nicht leicht verfolgen; doch gelingt es an günstigen Schnitten, sie wahrzunehmen (Fig. 17 *gzf*); sie sind ziemlich dick, wie auch die Fortsätze der centralen Ganglienzellen nach RETZIUS, und dürften wohl wie jene als motorische Elemente zu betrachten sein.

Die Zellen der peripheren Ganglien zeichnen sich durch eine Besonderheit aus. Der Kern, welcher, wie in den Zellen der centralen Ganglien, verhältnismäßig klein ist, liegt zur Seite gedrängt, und die Mitte des übrig bleibenden Zellkörpers wird eingenommen von einem Gebilde, das sich auf dem Zellquerschnitte bald als dunkel gefärbter dickwandiger Kreis, bald als dunkle Scheibe darstellt (Fig. 17 *x*): es ist offenbar eine Hohlkugel dichterer Substanz, die auf Schnitten solche verschiedene Bilder giebt, je nachdem sie in der Mitte oder seitlich getroffen ist; die Ränder derselben sind weder nach außen noch nach innen scharf kontourirt, sondern verschwimmen. Diese Körper zeigen sich an allen Zellen der Oberlippenganglien ohne Ausnahme, während bei den Zellen der centralen Ganglien an derselben Schnittserie in keinem Falle etwas Derartiges zu sehen ist. Präparate von drei verschiedenen Thieren gaben die gleichen Bilder. An Kunstprodukte ist also nicht zu denken. — Die Natur dieser Gebilde ist mir durchaus unklar<sup>1</sup>.

Eben so wie die große Menge der Sinnesknospen zeigt die Anwesenheit der besprochenen Ganglien die Wichtigkeit der Oberlippe als Tastorgan. Die Ganglien bilden offenbar selbständige Centren, in welchen unangenehme Empfindungen schnelle Reflexe auslösen. Solche besondere Centren sind wegen der weiten Entfernung des oberen Schlundganglions nothwendig. Wir haben uns ihre Funktion wohl

<sup>1</sup> Herrn Professor EIMER verdanke ich den Hinweis, dass er schon ähnliche Gebilde beschrieben und abgebildet hat in Nervenzellen, welche im Randkörperstiel von *Aurelia aurita* und *Rhizostoma* unter dem Epithel, dem Stützblatt aufge- lagert, sich finden (8, p. 166 u. 170 und Taf. IV, Fig. 25). Das Vorkommen eines solchen rätselhaften Körperchens in den Zellen ist etwas so Ungewöhnliches, dass Zellen, in denen ein solches sich findet, wohl mit Recht unter einander in Parallele gestellt werden. Ich habe das Körperchen in Zellen gefunden, welche durch ihre Verbindung mit Nerven und Sinnesorganen sich zweifellos als Nervenzellen ausweisen. Bei den verästelten Zellen der Medusen aber sind die morphologischen Kennzeichen der Nervenzellen so wenig zahlreich, dass eine Vermehrung derselben durch ein weiteres, wie es in jenem Körperchen sich bietet, willkommen sein muss, und das in diesem Falle um so mehr, als einerseits die Zellen von HERTWIG (Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen, Leipzig 1878) nicht gesehen worden sind, andererseits auch LENDENFELD (Über Cölenteraten der Südsee, VII, diese Zeitschrift, Bd. XLVII, p. 271) die Abwesenheit von subepithelialen Ganglienzellen bei den von ihm untersuchten Rhizostomen im Gegensatz zu EIMER hervorhebt.

so zu denken, dass die sensiblen Fasern die von den Sinneszellen aufgenommenen Reize an die Ganglienzellen übermitteln, deren motorische Fortsätze an die Rückziehmuskeln der Oberlippe führen und deren Zusammenziehung veranlassen. Diese Rückziehmuskeln, welche Fortsetzungen der dorsalen Längsmuskulatur sind, liegen in ihrer Hauptmasse ganz in der Nähe der Ganglien, wie Fig. 21 zeigt<sup>1</sup>.

Außer diesen Ganglien habe ich in den vom Schlundringe nach vorn verlaufenden Nerven nirgends eine Ganglienzelle gefunden; im Verlaufe der übrigen Ringnerven habe ich nur einmal eine solche beobachtet, und zwar eine bipolare, die in ihrer Beschaffenheit ganz den Zellen der centralen Ganglien glich.

Es ist mir nicht zweifelhaft, dass hier und da auch außerhalb der Sinnesgürtel ein Sinnesorgan gelegen ist, ganz abgesehen von dem regelmäßigen Vorkommen dieses Falles im ersten Segmente. Besonders in der Gegend der ventralen Borstenbündel, wo die Nerven vom Bauchganglion aus die Peripherie erreichen, tritt dies, wie mir scheint, häufiger ein. Doch ist das sicher, dass die Anordnung in den oben beschriebenen Sinnesgürteln überall den Grundzug in der Vertheilung der Sinnesorgane bildet.

Ob außer den Sinnesorganen auch noch einzelne Sinneszellen vorhanden sind, wie sie LENHOSSÉK und RETZIUS abbilden, möchte ich nicht entscheiden. Merkwürdig ist mir jedenfalls, dass sich bei meinen Hämatoxylinpräparaten, in denen sich die Zellen der Sinnesknospen durch dunklere Färbung aufs deutlichste von den übrigen abheben, außerhalb dieser Knospen keine derart gefärbten Zellen fanden. Weiter habe ich in den Sinnesknospen stets nur Zellen von der angegebenen schlanken Gestalt gefunden, und keine der mannigfaltigen Formen, wie sie von jenen Forschern als Sinneszellen beschrieben werden. Vorausgesetzt aber, dass die von diesen als Sinneszellen angesprochenen Zellen wirklich solche sind, so müsste ein Theil derselben sicher außerhalb der Sinnesorgane liegen; denn sie stehen viel dichter gedrängt als diese Organe.

Welcher Art von Wahrnehmung dienen nun diese Sinnesorgane? LEYDIG sieht in den ähnlichen Organen bei den Hirudineen Tastorgane; MOJSISOVICS nennt sie Geschmacksknospen; UDE schließt

<sup>1</sup> Ich habe bei keinem Autor eine Angabe über diese Ganglien gefunden. LEYDIG (15) sagt von den aus den oberen Schlundganglien entspringenden und nach vorn verlaufenden Nerven, dass sie in der Oberlippe unmittelbar »unter der Haut, und zwar an dem unpigmentirten Ende mit einer Art Endgeflecht aufhören«. Ein solches Endgeflecht wird ja tatsächlich durch die Ganglienverbindungen hervorgebracht, und wir sehen auch hier, wie gut LEYDIG beobachtet hat.

aus ihrer weiten Verbreitung über den ganzen Körper, dass wir es hier mit Tastorganen zu thun haben; als solche führen sie auch VEJDovský und CERFONTAINE auf. Die Annahme, es seien Organe des Tastsinnes, liegt uns wohl desswegen am nächsten, weil beim Menschen nur der Tast- (und Temperatur-) Sinn über den ganzen Körper verbreitet ist, und weil wir ferner die gleiche Verbreitung des Tastsinnes über den Wurmkörper bei jeder Berührung eines Wormes experimentell bestätigt finden, während die Anwesenheit der übrigen Sinne nicht so ohne Weiteres in die Augen springt. Die Lage der Sinnesknospen an der vorderen oberen Schlundwand deutet wohl ferner darauf hin, dass sie auch dem Geschmackssinne dienen. Den besten Aufschluss aber bietet uns das Experiment<sup>1</sup>. Die Haut der Regenwürmer zeigt sich gegen chemische Reize in flüssiger oder dampfförmiger Gestalt (Chinin, Saccharin u. A.; Xylol und Kreosot) hochgradig empfindlich, und zwar am ganzen Körper; doch zeigt sich eine Steigerung der Empfindlichkeit am Hinterende und vor Allem am Kopfende; die Reaktion auf den Reiz besteht in starker Zusammenziehung der betr. Körperringe, bezw. heftigem Zurückziehen des Schwanzendes oder Kopfes. Diese Wirkung tritt bei Chinin noch bei starker Verdünnung ein; da eine ätzende Wirkung bei Chinin überhaupt ausgeschlossen ist, so müssen wir wohl annehmen, dass wir es hier direkt mit Geschmackswahrnehmung zu thun haben. Wärme- und Tastreize wirken in der gleichen Weise und an den gleichen Stellen wie chemische Reize. Eben so ist es bekannt, dass die Würmer auf plötzliche starke Lichtreize reagiren. Nun finden wir für die Wahrnehmung all dieser verschiedenen Reize nur eine Art von Sinnesorganen, daneben höchstens noch die — immerhin zweifelhaften — einzelnen Sinneszellen. Wir können diese Organe also nicht schlechtweg für Tastorgane ansprechen, und ihnen die Empfindlichkeit für Licht, Wärme und chemische Reize nur als nebensorächliche Eigenschaften zuschreiben; vielmehr dürfte das Vermögen, jene anderen Reize wahrzunehmen, eben so in der Natur dieser Sinnesknospen liegen, wie das Tastvermögen. Wir haben es also hier mit Organen zu thun; wie sie RANKE (diese Zeitschr. Bd. XXV) als Übergangssinnesorgane, NAGEL (20) als Wechselsinnesorgane

<sup>1</sup> Die hier angeführten Versuche sind von Herrn Dr. WILLIBALD NAGEL, Assistenten am hiesigen physiologischen Institute, angestellt worden, der mir dieselben gütigst mittheilte. Auch hier sei ihm dafür bestens gedankt. Nähere Ausführungen über die Versuche sowie über die Lehre von den Wechselsinnesorganen bringt die umfassende Arbeit dieses Autors: »Vergleichend-physiologische und anatomische Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe«, welche binnen Kurzem in der Bibliotheca Zoologica, herausgegeben von LEUCKART und CHUN, erscheinen wird.

bezeichnet haben. NAGEL definirt in dem vorher angeführten Werke dieselben folgendermaßen: »Wechselsinnesorgane nenne ich solche Apparate eines lebenden Wesens, vermittels deren von dem Wesen mehrere Gattungen von Reizen normaler (physiologischer) Weise wahrgenommen werden, oder mit anderen Worten, die mehreren Sinnen gleichzeitig oder wechselweise dienen.

Eine ähnliche Anordnung der Sinnesorgane in Gürteln um die Körpersegmente kennen wir auch von anderen Oligochaeten, wenn auch im Allgemeinen unsere Kenntnis über die Hautsinnesorgane besonders bei den kleineren Arten eine geringe ist. Am deutlichsten erscheint die Anordnung bei *Slavina appendiculata* Udek., bei welcher ein Ring brauner Wärzchen die Mitte jedes Segmentes umgibt; VEJDovský hat nachgewiesen, dass diese Wärzchen Sinnesorgane sind. Bei *Parenchytraeus litteratus* Hesse stehen am ersten Körpersegment die Sinnespapillen in zwei Ringen angeordnet, welche die Mitte des Segments umgürten, wie ich (12) beschrieben habe. VEJDovský ferner schildert am Clitellum von *Rhynchelmis* ringförmig angeordnete Sinneszonen. Ich bin überzeugt, dass diese Anordnung der Sinnesorgane in Ringen um den Körper bei den Oligochaeten weit verbreitet ist.

### III. Zur Kenntnis der Geschlechtsorgane der Lumbriciden.

Seit HERING (14) seine grundlegende Arbeit über die Geschlechtsorgane des Regenwurms veröffentlicht hat, in welcher er trotz der damals noch viel geringeren Ausbildung der technischen Hilfsmittel in ganz ausgezeichneter Weise diesen schwierigen Gegenstand behandelte, sind noch sehr verschiedenartige Anschauungen über die Natur dieses Organsystems laut geworden, bis im Jahre 1886 BERGH (2) durch genaue Untersuchungen, die besonders an Embryonen und ganz jungen Thieren vorgenommen waren, die Richtigkeit der HERING'schen Auffassung über allen Zweifel erhob. In den Aufsätzen dieser beiden Forscher sind die verschiedenen Ansichten, welche von Anderen geltend gemacht wurden, des Näheren aus einander gesetzt: HERING geht ein auf die Forschungen von LEO, DUGÈS, HENLE, TREVIRANUS, STEENSTRUP, STEIN, HOFFMEISTER, MECKEL, d'UDEKEM und MEISSNER, während BERGH die Arbeiten von WILLIAMS, RAY-LANKESTER, CLAPARÈDE, HORST, E. PERRIER, BLOOMFIELD, VEJDovský und ROSA bespricht. Es würde eine unnütze Wiederholung der Ausführungen von HERING und BERGH sein, wollte ich hier all die früheren Ansichten über die Geschlechtsorgane der Regenwürmer im Allgemeinen durchsprechen. Ich kann mich auf die Besprechung der neuesten Litteratur beschränken.

Es kommen hier in Betracht die Arbeiten von NEULAND (22) und GOEHLICH (40), von denen die erstere etwa zu gleicher Zeit wie BERGH's Arbeit, die andere nach derselben erschienen ist; außerdem behandeln VAILLANT (23) und ROSA (28) in zusammenfassenden Werken auch die Geschlechtsorgane der Lumbriciden. Was NEULAND betrifft, so bringt er zunächst einige Notizen über den feineren Bau des Eierstocks und den Inhalt der Receptacula seminis; bei der HERING'schen Auffassung des männlichen Apparates macht ihm die Frage Schwierigkeiten: wie sollen von den Hodendrüsen Spermatogonien in die äußersten Zipfel der Samen-

blasenanhänge kommen? Da ihnen die Eigenbewegung fehlt, so ist nicht abzusehen, woher sie die Kraft nehmen sollen »1) zur eignen Bewegung, 2) zur Überwindung der von dem Samentrichter hervorgerufenen Strömung, 3) zum Durchpressen durch die Lücken im Gewebe des Zuganges, 4) zur Überwindung der Schwerkraft, um in dem Anhange in die Höhe zu steigen und zum Schluss zur Kompensirung des Muskeldruckes des Leibesschlauches«. Seine Lösung ist: in den Anhängen der Samenblasen selbst befinden sich ebenfalls Hodendrüsen, wie er auf Zupfpräparaten dieser Anhänge zu finden glaubt, also die Samenblasen in ihrer ganzen Ausdehnung sind als Hoden anzusehen. Wir werden noch sehen, welche Erklärung diese seine Täuschung findet. — GOEHLICH steht schon ganz auf dem Boden der HERING-BERGH-schen Auffassung über die Natur der einzelnen Theile des Geschlechtsapparates; er bespricht histologische Einzelheiten und geht dann näher auf die Receptacula seminis und die Absonderung von Sekret in denselben ein. In einigen Einzelheiten sind meine Ansichten abweichend von den seinigen, was ich im Folgenden noch näher anführen werde. — VAILLANT (23) hält verwunderlicher Weise bei *Lumbricus foetidus* Sav. an der Deutung der Samenblasen als Hoden fest (vgl. seine Taf. XXI, Fig. 1 aa) und verlegt diese in das 6., 7./8. und 9./10. Segment; vom Eierstock sagt er (p. 26), dass er bei *Lumbricus* im 11. Segment liege (wobei er nur die borstentragenden Segmente zählt). ROSA (28) giebt eine kurze Darstellung des Geschlechtsapparates der Lumbriciden, mit der ich mich ganz einverstanden erklären kann.

Ich selbst kann die Befunde von HERING und BERGH im ganzen Umfange bestätigen: die Geschlechtsdrüsen von *Lumbricus* bestehen aus zwei Paar Hoden und einem Paar Eierstöcke (Fig. 23); sie sind den Vorderwänden der Segmente angeheftet und sitzen dort rechts und links vom Bauchstrang, an der Stelle, wo das Segmentalorgan das Septum durchbohrt; die Hoden liegen im 10. und 11., die Ovarien im 13. Segmente<sup>1</sup>. Jeder Keimdrüse gegenüber liegt ein Wimpertrichter, der sich in die ausführenden Gänge fortsetzt; die Samenausführungsgänge jeder Seite vereinigen sich im 12. Segment, ihre Mündungen liegen im 15. Segment, zwischen dem Rücken- und Bauchborstenpaare jeder Seite; die Eileiter münden im 14. Segmente. In jedes Segment, welches Keimdrüsen enthält, öffnen sich Säcke zur Aufnahme der Geschlechtszellen, in das vordere Hodensegment an der Vorder- und Hinterwand je ein Paar Samenblasen, in das hintere eben so oder nur ein Paar an der Hinterwand, in das Eierstocksegment an der Hinterwand ein Paar Eihälter. Bei den Arten der Gattung *Lumbricus Eisen* kommt dazu noch in jedem Hodensegmente eine unpaare Samenkapsel, welche Hoden, Samentrichter sowie die Mündungen der zu dem Segmente gehörigen paarigen Samenblasen in sich fasst. Ich stige ein Schema bei,

<sup>1</sup> Durch die BERGH'sche Arbeit ist leider dessen Zählung, welche nur die borstentragenden Segmente rechnet, in das Lehrbuch von BOAS eingedrungen. Diese Art der Zählung ist wohl endgültig abgethan durch die Erwägung, dass bei manchen ausländischen Lumbricinen nicht-bloß das Peristomium, sondern auch die zunächst darauf folgenden Segmente keine Borsten tragen (ROSA).

welches den Zusammenhang der Theile des Geschlechtsapparates bei den *Lumbricus*-arten deutlicher macht als die in den Lehrbüchern gebräuchlichen Abbildungen (Fig. 23).

Neues kann ich den bisher schon bekannten Verhältnissen nur in einigen Punkten zufügen; es sind etliche morphologische, sowie histologische und physiologische Bemerkungen, welche ich im Folgenden bringen werde.

Was zunächst die segmentale Anordnung der Keimdrüsen betrifft, so habe ich bei verschiedenen Arten (*Lumbricus herculeus*, *Allolobophora chlorotica* und *arborea*) im 12. Segmente rudimentäre Keimstätten gefunden; sie sind nur wenig entwickelt und gleichen vollkommen den embryonalen Keimdrüsen, wie ein Vergleich meiner Fig. 24 mit BERGH's Fig. 11a zeigt. Ob dieselben Hoden- oder Eierstocknatur haben, lässt sich bei ihrer geringen Ausbildung und bei ihrer Stellung im Segment zwischen Hoden und Eierstöcken nicht angeben; sie sitzen an der Stelle, wo das *Vas deferens* die Vorderwand des Segments durchbohrt; einen Flimmertrichter oder Anlagen eines solchen konnte ich an der gegenüberliegenden Wand nicht entdecken<sup>1</sup>. Diese Erscheinung, dass auch in anderen, als den gewöhnlich die Keimdrüsen tragenden Segmenten Anlagen von solchen vorkommen, ist wichtig für die Erklärung der wechselnden Lage und Zahl der Geschlechtsdrüsen bei den verschiedenen Gattungen der Oligochaeten.

Zur Histologie des Hodens habe ich nur Weniges hinzuzufügen. Die Kerntheilungen sind im ganzen Hoden vertheilt, ohne bestimmte Regel. Bei *Lumbricus herculeus* und mehreren *Allolobophora*-Arten fand ich regelmäßige, typische Kerntheilungsbilder mit zwei Attraktionssphären. Anders bei zwei Exemplaren von *Allurus tetraedrus*; hier fand ich fast nur Kerntheilungsfiguren mit mehr als zwei Attraktionssphären (Fig. 27a—c); die chromatische Substanz wird nach drei oder gar vier Stellen aus einander gezogen; jede Attraktionssphäre wirkt dabei oft mit jeder anderen zusammen, so dass von einer die Züge achromatischer Fäden nach den zwei oder drei anderen hinübergehen; bisweilen kommt es auch vor, dass von einer Attraktionssphäre noch ein gesondertes Fadenbündel nach einer vereinzelt abseits liegenden anderen hinüberzieht (Fig. 27c). Wir haben es hier offenbar mit einem nicht normalen Zustand zu thun. — An den Hoden von *Tubifex*

<sup>1</sup> BERGH hat in drei Fällen im 14. Segment überzählige Keimdrüsen gefunden, die natürlich als Ovarien anzusprechen sind; abnorm gelagerte überzählige Hoden fand er niemals. WOODWARD (Proc. Zool. Soc. London 1892) fand bei einer *Allolobophora* Ovarien in den Segmenten 12—18.

konnte ich, wie Nasse (21), keinen Peritonealüberzug wahrnehmen, während ich einen solchen am Lumbricidenhoden stets gefunden habe.

Wie die Hoden, so sind auch die Eierstücke vom Peritoneum überzogen, doch sind die Zellen desselben auf Schnitten bisweilen nicht leicht nachzuweisen. An einem ausgewachsenen Eierstock kann man drei Theile unterscheiden, die in der Längserstreckung desselben auf einander folgen: dem Septum zunächst liegt die Zone der Keimzellen; dann folgt die Zone der Zellvermehrung, woran sich als letzte die Zone der Eizellen anschließt. In der Zone der Keimzellen (Fig. 30 *kz*) nimmt die Deutlichkeit der Zellgrenzen ab, je näher man der Anheftungsstelle des Ovars kommt; sie kann dort ganz verschwimmen, so dass die Zellkerne in einer gemeinsamen Protoplasmamasse zu liegen scheinen. Die Kerne haben hier zahlreiche kleine Chromatinanhäufungen, welche in der ganzen Oberfläche des Kernes gleichmäßig vertheilt liegen und durch feine Fädchen verbunden sind, wie es BERGH schildert und abbildet. Die Zone der Zellvermehrung (Fig. 30 *ktz*) ist wenig breit; sie wird durchschnittlich durch drei bis vier Zelllagen gebildet; es liegt hier Kerntheilung neben Kerntheilung, und durch die dunkle Färbung der Theilungsfiguren wird diese Zone auf Schnitten sehr deutlich erkennbar. Sie durchsetzt das ganze Ovar wie eine Scheidewand; doch steht sie nicht immer senkrecht zur Längsachse des Ovars, sondern ist oft kuppelartig gewölbt, wobei die Spitze der Kuppel dem freien Ende des Ovars zugewendet ist. In der hinter ihr liegenden Zone der Eizellen (Fig. 30 *ez*) konnte ich keine Kerntheilungen mehr finden; ich glaube, dass die Zellen, welche hier liegen, fertige Eier sind, welche nur noch wachsen müssen, jedoch sich nicht mehr theilen — die Theilungsvorgänge bei der Reifung (Richtungskörperbildung) natürlich ausgeschlossen. Die Zellgrenzen in dieser Zone sind deutlicher als in der der Keimzellen; die Eizellen sind durchgehends größer als die Keimzellen; ihre Kerne sind gegen die der letzteren verändert: sie sind größer, die Vertheilung des Chromatins ist eine andere, indem die an den Kreuzungspunkten des Fadennetzes gelegenen Anhäufungen geschwunden sind, und sie enthalten zum Theil ein ziemlich großes Kernkörperchen. CLAPARÈDE giebt an, dass sich zwei Kernkörperchen in den Eiern finden; ihm schließt sich NEULAND an; BERGH und VEJDOKSKÝ jedoch bemerken, dass sie derartige Eizellen nie gefunden haben; ich habe nur selten zwei Kernkörperchen in einem Ei gesehen, wie in dem Fig. 31 abgebildeten Ei von *Allurus tetraëdrus* Sav.

An den Eizellen von *Lumbricus* habe ich noch eine weitere Beobachtung gemacht: bei mit Chromosmiumessigsäure behandelten Prä-

paraten finde ich im Plasma jeder Zelle einen dunkleren, bräunlich gefärbten Fleck von meist bohnenförmiger oder ovaler Gestalt (Fig. 30 ed); bisweilen sind auch mehrere solcher Flecke von unregelmäßiger Gestalt wahrzunehmen (Fig. 30, die Zelle an der Spitze des Ovars). Ich betrachte die Flecke als Anhäufungen von Nahrungsdotter, dessen Fetttröpfchen sich mit Osmiumsäure dunkel gefärbt haben<sup>1</sup>.

Natürlich sind nicht während der ganzen Entwicklung des Eierstocks diese drei Zonen vorhanden; im ganz jungen Eierstock finden wir nur Keimzellen; an der Spitze des Ovars tritt dann eine Kerntheilungszone auf, welche beim Wachsthum desselben nach hinten fortschreitet, während die aus diesen Kerntheilungen hervorgegangenen Eizellen das Vorderende des Eierstocks einnehmen. Je älter also ein Eierstock ist, um so mächtiger ist die Zone der Eizellen im Verhältnis zu den beiden anderen.

Auch bei einigen anderen Oligochaeten habe ich diese verschiedenen Zonen des Ovars unterscheiden können, so bei *Fridericia Ratzelii*, *Tubifex rivulorum*, *Limnodrilus Udekemianus* und *Lumbriculus variegatus*<sup>2</sup>. Auch hier zeigen die Zonen vor und hinter der Kerntheilungszone die gleichen Unterschiede: die Zellkerne der Keimzellen kleiner mit vielen Chromatinpunkten, die Kerne der Eizellen mit feinem Chromatinnetz und stets nur einem, gewöhnlich sehr großen Nucleolus, unter einander verschieden groß, je nach der Ausbildung des Eies, doch stets größer als die der Keimzellen. Das Verhalten, dass die Kerntheilungen nicht verstreut, sondern in einer scharf ausgeprägten Querzone liegen, ist für die Eierstücke kennzeichnend, und kann im Zweifelsfalle zur Entscheidung über die Natur der Drüse dienen.

Wie bekannt, liegen Hoden und Samentrichter jedes Segments bei den Arten der Gattung *Lumbricus* in einer Samenkapsel, so dass wir zwei hinter einander liegende unpaare Samenkapseln haben, nämlich im 10. und 11. Segment. Nach BERGH kommt die Samenkapsel dadurch zu Stande, dass durch »die betr. Segmente oberhalb der Hoden, der Bauchkette und der Mündungsstellen der Samenblasen und unterhalb des Darmkanals und des Bauchgefäßes eine feine Haut horizontal ausgespannt ist, durch welche die Segmentenhöhle in eine obere größere und eine kleinere Abtheilung zerfällt; der Raum der Samenkapsel ist also nur ein abgegliederter Abschnitt der Leibeshöhle«. Diese

<sup>1</sup> Nach VOIGT (33) kommen auch bei *Branchiobdella* Dotterkerne in den Eiern vor (vgl. seine Fig. 20), doch nur als ausnahmsweise Erscheinung; wo sie vorkommen, finden sie sich aber immer in großer Anzahl.

<sup>2</sup> VOIGT (33) giebt an, dass bei *Branchiobdella* die Zellvermehrung im Eierstock nicht auf einen bestimmten Bezirk beschränkt ist.

Darstellung entspricht nicht ganz den Thatsachen; vielmehr ist die Hülle der Samenkapsel ein das betreffende Segment durchziehender Schlauch, der an den das Segment vorn und hinten abschließenden Septen auf einer bohnenförmigen Linie sich ansetzt (wobei die Konkavität der Bohne nach oben gekehrt ist); innerhalb dieser Linie liegen die Ursprungspunkte der Hoden, die Mündungen der Samentaschen, die Durchtrittsstellen der Bauchganglienketten und die Austrittsstellen der Samenleiter (vgl. Textfigur III). Die Samenkapsel wird also, außer vorn und hinten, von allen Seiten und nicht bloß von oben her von einer besonderen Haut umfasst, ihre ventralen und seitlichen Wände werden nicht von der Körperwand gebildet (Fig. 28 *sk*).

Der in der Samenkapsel verlaufende Nervenstrang ist von einer besonderen Hülle umgeben, eben so die von diesem ausgehenden peripheren Nervenstränge; so zeigt ein Querschnitt, der wie Fig. 19 durch diese austretenden Nerven geht, die Samenkapsel (*sk*) in zwei scheinbar getrennten Theilen, einen über und einen unter dem Bauchstrange liegend; vor und hinter dem Nervenaustritt aber hängen diese Theile zusammen.

Die Wände der Samenkapsel scheinen Duplikaturen des Peritoneums zu sein: sie tragen auf beiden Seiten ein flaches Epithel, jedes eine Fortsetzung des Peritonealüberzuges des Septums. Zwischen den beiden Epithellagen breitet sich eine dünne Lage von Bindegewebe, vielleicht auch Muskelzellen aus und verlaufen Blutgefäße; an den Stellen, wo die Haut an die Septen sich ansetzt, ist diese Zwischenlage oft ziemlich dick (Fig. 28)<sup>1</sup>.

Die Samenblasen entstehen, wie BERGH fand, als bindegewebige Wucherungen an den Septen, und zwar befinden sich dieselben auf der entgegengesetzten Seite des Septums als das Segment, zu dem sie gehören. Von dem letzteren stülpt sich ein Gang in die Wucherungen ein, dessen Hohlraum mit den Lücken im Bindegewebe der letzteren kommunicirt (vgl. das Schema Fig. 23). Diese Eingänge in die Samen-

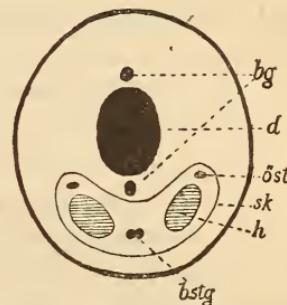


Fig. III. Schema des Septums 9/10, von hinten gesehen. *bg*, Durchtrittsstellen von Blutgefäßen; *bstg*, Durchtritt des Bauchnervenstranges; *d*, Durchtritt des Darmes; *h*, Ansatzstelle des Hodens; *öst*, Öffnung der Samentasche; *sk*, Ansatzlinie der Samenkapsel.

<sup>1</sup> NEULAND (29, p. 49) sah richtig, dass sich die Samenkapsel »von dem Hautmuskel schlauch vollständig abhebt«; irrig ist seine Angabe, dass die Wand der Kapsel »auf beiden Seiten ihrer Begrenzung eine schwache Cuticula zeige«; vielmehr sieht man deutlich als äußerste und innerste Lage die platten Zellen des Peritoneums.

tasche sind eng und beim erwachsenen Thiere schwer zu finden; ich habe einen solchen in Fig. 26 abgebildet. Die Bindegewebslücken sind zunächst noch unbedeutend, so lange noch keine Spermatogonien in sie eingedrungen sind (Fig. 25). Später erweitern sie sich immer mehr, je mehr sie sich füllen, und die Wände, welche die einzelnen Lücken trennen, werden immer dünner. Die Spermatogonien bleiben eine Zeit lang unentwickelt neben schon weiter entwickelten Samenzellen in den Samenblasen liegen und füllen zeitweise die Räume in dichten Haufen. Solche Haufen noch nicht weiter entwickelter Spermatogonien, die durch Zerzupfen der Samenblasen isolirt waren, sind es wohl auch gewesen, durch welche NEULAND sich Keimstätten in den Samenblasen vortäuschen ließ. — Die Samenblasen sind außen vom Peritoneum überzogen; eine Cuticula, wie NEULAND angiebt, fand ich nie.

Bei den Limicolen sind die Samen- und Eiblasen einfach Ausstülpungen der Septa; diese Ausstülpungen entstehen erst zu der Zeit, wo die Segmente schon von Geschlechtsprodukten erfüllt sind, vielleicht erst durch den Druck der letzteren. Doch muss ich zufügen, dass ich bei Fridericia Ratzelii auch Eiblasen fand, die ausgestülppt waren, ohne dass Geschlechtsprodukte darin lagen oder dass das Segment schon sehr mit solchen erfüllt war. Die Samenblasen dehnen sich bisweilen außerordentlich aus, indem sie eine große Zahl von Septen durchbohren: bei Psammoryctes fand ich sie bis ins 17., bei *Tubifex* sogar bis ins 21. Segment reichend. Bei den Lumbriciden dagegen durchbohrt eine Samenblase nie ein Septum, sondern drängt es höchstens ein Stück weit vor sich her.

Wir kommen jetzt an die Frage: wie gelangen die Spermatogonien in die Samenblasen?

Dieselbe ist bisher stets ohne Erfolg in Angriff genommen. BERGH sagt, dass ihm hier jede Erklärung fehle; ROSA meint, dass die Samenblasen eine gewisse Zusammenziehbarkeit besäßen, die sie fähig machten, die Geschlechtsprodukte anzusaugen, indem sie beim Aufhören der Zusammenziehung sich durch ihre Elasticität wieder erweiterten, während eine Klappenvorrichtung den Samenzellen das Wiederauströmen bei erneuter Zusammenziehung wehrte; nach der Reifung sollen die Spermatozoen durch ihre Eigenbewegung die Samenblase verlassen. Welche Schwierigkeiten NEULAND in dieser Frage sieht, und wie er sich mit ihnen abfindet, habe ich schon oben aus einander gesetzt.

Bei der Prüfung des Inhalts der Samenkapseln fand ich Haufen von runden Zellen, welche dicht nebeneinander lagen und welche ich für Spermatogonien halte, die, vom Hoden nach der Sprengung der Peritonealhülle abgefallen, sich hier aufgehäuft hatten. An den Rändern dieser Zellhaufen sah ich, dass die Zellen nach der Seite hin, wo sie frei lagen, gezackte durchsichtige protoplasmatische Fortsätze ausstreckten (Fig. 29 a),

wie die Scheinfüßchen von Amoeben, an Zellen, die von den übrigen abgetrennt waren, fand ich solche, die derartige Fortsätze auch nach anderen Seiten hin aussandten, wobei aber die Zahl der Fortsätze auf der einen Seite überwog (Fig. 29 *b—d*). Die regelmäßige Form der Zellen, ihre Lage in den Samenkapseln und ihr enges Zusammenliegen zu Haufen machen mir es wahrscheinlich, dass wir es hier mit Spermatogonien zu thun haben. Von den Lymphkörperchen der Leibeshöhle sind sie deutlich durch ihre Größe und ihr granulirtes Plasma unterschieden. Dann haben wir hier die Erklärung, wie die Spermatogonien in die Samenblasen gelangen: durch amöboide Bewegung. Damit ist jede weitere Annahme von Hineinpressen in die Samenblasen, von Ansaugen durch die Samenblasen, unnöthig; damit erklären sich ohne Weiteres auch die von NEULAND aufgeworfenen Fragen. Nur eines: wie finden sie den Weg in die Samenblasen? Werden sie durch irgend welche Stoffe, Sekrete derselben angezogen? Darauf muss ich die Antwort schuldig bleiben<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> NASSE (21) berichtet von den freigewordenen Spermatogonien von *Tubifex*, dass das Protoplasma derselben oft unregelmäßige Zacken und Fortsätze zeigt (vgl. seine Fig. 17). Sollte dort ebenfalls eine amöboide Bewegung der Spermatogonien stattfinden?

Solche mit Fortsätzen ausgestattete Zellen, wie ich sie in Fig. 29 *a—d* abgebildet habe, zeichnet LIEBERKÜHN (17) in seinem Aufsatz »Evolution des Grégarines« auf Taf. VI, Fig. 7—14 und Taf. VII, Fig. 4 und 5. Er sagt, dass man im Regenwurm Amöben verschiedener Gestalt finde: solche mit wenig inneren Granula, und ferner größere, stark granulirte: »letztere trifft man bei manchen Exemplaren von *Lumbricus* zahlreich im Hoden«. Er bildet ferner Übergangszustände zwischen amöboiden Zellen und Gregarinen ab; doch behauptet er nicht direkt, dass alle diese amöboiden Zellen Gregarinen geben. Er sagt in einem Nachwort mit Bezug hierauf: »Parmi les corpuscules mobiles que l'on rencontre dans la cavité péritonéale des Lombrics et que, dans mon Mémoire, j'ai nommées amibes, il y en a peut-être, qui sont de jeunes grégarines, et les autres peuvent avoir encore une autre signification.«

Spätere Forscher haben die Unrichtigkeit der LIEBERKÜHN'schen Ansichten erwiesen. So sagt BüTSCHLI (4) in seinem großen Protozoenwerke (Bd. I, p. 552 f.): »dass sich die Sporen dieser Monocystiden, wie LIEBERKÜHN annahm . . . , direkt in ihrem Parasitenträger wieder zu Gregarinen entwickelten, dürfte kaum zulässig erscheinen«. Außerdem sehen die Anfangsstufen der Gregarinendwicklung, welche aus Sporen hervorgehen, sowohl nach den Abbildungen VAN BENEDEN's (bei BüTSCHLI Bd. I, Taf. XXXVI, Fig. 6) als auch nach denen BüTSCHLI's (ebenda Taf. XXXV, Fig. 8) ganz anders aus als die Bilder meiner Fig. 29; vor Allem vermissen wir überall die durchsichtigen Scheinfüßchen, die so deutlich hervortreten bei den sich bewegenden Spermatogonien.

Außerdem fanden sich in der Samenkapsel von *Lumbricus herculeus* bisweilen amöbenartige Zellen, welche sich sowohl von den Lymphkörperchen der Leibeshöhle als von den Spermatogonien unterscheiden, von ersteren durch ihre

Wie steht es nun mit den Eiern; kommen dieselben auf ähnliche Weise in den Eihälter oder herrschen hier andere Verhältnisse? Die Mündung des Eihälters ist rings von Wimpern des Flimmertrichters umgeben (Fig. 23), und es ist wohl sicher, dass durch deren Bewegung die Eier in den Eihälter geschafft werden. Entleert werden sie aus demselben wahrscheinlich durch die Kontraktion von Muskelfasern.

Betreffs der Samentrichter möchte ich zunächst die irrthümliche Angabe GOEHLICH's zurückweisen, welcher sagt, dass sie ein zweischichtiges Epithel haben, das auf beiden Seiten Wimpern trägt. Ich konnte stets nur auf einer Seite Wimpern bemerken, auf der anderen ist der Trichter vom Peritonealepithel überzogen; zwischen beiden liegt Bindegewebe, in welchem sich ein dichtes Netz von Blutgefäßen ausbreitet. Diese Blutgefäße dienen wohl hauptsächlich dazu, dem Wimpertrichter Nahrung zuzuführen für das außerordentlich schnelle Wachsthum, dem derselbe zur Zeit der Geschlechtsreife unterliegt. Nicht jedoch dürfte dieser Gefäßreichthum auf eine Sekretion schließen lassen, wie HERING meint; ich habe im Samentrichter nie Drüsenzellen erkennen können.

Was die accessorischen Theile des Geschlechtsapparates angeht, so mögen hier zunächst einige Bemerkungen über die *Tubercula pubertatis* Platz finden<sup>1</sup>. Bei einem Querschnitte durch das Clitellum fällt ein Unterschied zwischen den *Tubercula pubertatis* und dem dorsalen Theile des Gürtels auf. CERFONTAINE, der dies zuerst erwähnt, hat in den *Tubercula pubertatis* drei Arten von Drüsenzellen gefunden, nämlich außer den im Gürtel vorkommenden zwei Arten, den oberen grobkörnigen und den unteren sehr fein granulirten Drüsensformen noch eine dritte, welche in der Lage den letzteren gleicht und ihrem Aussehen nach nur eine Modifikation von jenen ist. Nach meinen Befunden bei *Lumbricus rubellus* zeichnen sich die *Tubercula pubertatis* dadurch aus, dass ihnen eine Drüsensform des übrigen Gürtels fehlt,

Größe, von letzteren durch den Mangel der Granulirung, von beiden durch die langgestreckte Form, während bei jenen der runde Zellkörper immer deutlich hervortritt. In ihrem Inneren sah ich gefressene Samenfäden; bisweilen hatten die Zellen auch den Samenfaden noch nicht vollständig aufgenommen. Hier haben wir es wohl zweifellos mit Schmarotzern zu thun, wahrscheinlich mit schmarotzenden Amöben.

<sup>1</sup> VEJDOVSKÝ (32, p. 454) identificirt diese *Tubercula* mit den ventralen Borstenwülsten, doch mit Unrecht. Zwar können sich die Anschwellungen so weit ausdehnen, dass sie auch noch über die Bauchborsten hinübergreifen; doch ist ihre normale Lage zwischen der dorsalen und ventralen Borstenreihe, in der Höhe der männlichen Geschlechtsöffnung. Bei *Lumbricus rubellus* z. B. greifen sie nicht auf die Borsten über.

nämlich die oberen, stark gekörnelten Drüsen. Da diese sich mit Hämatoxylin sehr dunkel färben, so macht sich ihr Fehlen sehr leicht dadurch bemerklich, dass die Gegend der Tubercula pubertatis viel heller ist als die übrigen Theile des Gürtels. VEJDOKSKÝ giebt an, dass die stark gekörnelten Drüsen in die schwach färbbaren granulirten übergehen; er hat Zwischenformen zwischen beiden gefunden; damit erklärreich mir das Fehlen derselben auf den Tubercula; denn da sich diese schon früher als der Gürtel anlegen, werden auf ihnen die gekörnelten oberen Drüsen schon alle in schwach granulirte untere sich umgewandelt haben. Der Unterschied zwischen meinen Befunden und denen CERFONTAINE's wäre dann darin zu suchen, dass CERFONTAINE jüngere, ich aber weiter ausgebildete Stufen des Clitellum vor mir hatte.

Zum Schlusse komme ich auf gewisse Drüsen zu sprechen, welche an der ventralen Seite des Clitellums liegen, jedoch nicht auf diese Stelle beschränkt sind, sondern auch an anderen Orten des Wurmkörpers angetroffen werden. Man findet z. B. bei *Lumbricus herculeus* an der Bauchseite sämmtlicher Gürtelsegmente eine mächtige Drüsenschicht, »deren stark geschwollene, birnförmige, mit einer hyalinen oder feinkörnigen Drüsensubstanz gefüllte Elemente tief in die Leibeshöhle hineinragen« (VEJDOKSKÝ). Bei anderen Arten ist die Bauchseite nicht aller Gürtelsegmente mit solchen Drüsenpolstern ausgestattet, sondern einige sind frei davon; so finden sich bei *Lumbricus rubellus* diese Drüsen nur im ersten, dritten und sechsten Gürtelsegmente.

Die Ansichten über diese Drüsen gehen aus einander. VEJDOKSKÝ meint, dass sie »mittels feiner, sich zum Distalende verengender Ausführungsgänge überall durch die Hypodermis nach außen münden und an der ganzen Unterseite des Gürtels secerniren«; er giebt an, dass diese Drüsenschicht »offenbar aus mesoblastischen Elementen« bestehe, und erwägt, ob sie mit der von FRAISSE (9) beschriebenen Cutis übereinstimme. HERING giebt über ihren Bau nur an, dass sie »ihrem Gewebe nach von den Gürteldrüsen wahrscheinlich verschieden« seien.

Genaue Untersuchung des Baues dieser Drüsen an verschiedenen Arten (*Lumbricus rubellus*, *herculeus*, *castaneus*; *Allurus tetraedrus*; *Allolobophora foetida*) ließ mich Folgendes erkennen. Die Drüsenvülste bestehen aus Bündeln langgestreckter Drüsenzellen, von denen jede einzelne etwa einem lang sich ausziehenden Tropfen einer zähen Flüssigkeit gleicht: sie hat einen sehr verlängerten dünnen unteren Theil, den man als Ausführungsgang bezeichnen könnte, und einen keulen- oder birnförmigen oberen Theil, welcher den Zellkern enthält und der secernirende Theil der Drüsenzelle ist. Diese Drüsenzellen stehen zu hundert und aber hundert zusammen, in Bündel gesondert, und ihre Ausführungsgänge münden alle in einen Raum, der als eine Einstülpung der Epidermis angesehen werden muss. Dieser Raum ist

in eine Anzahl von Einbuchtungen ausgezogen, wie es in Fig. 32 auf einem Querschnitte zu sehen ist, und gleicht etwa dem Inneren einer mit vielen Zipfeln versehenen Narrenkappe; wo er nach außen mündet, verengert er sich wieder. Zwischen den Einmündungen der Drüsenzellen stehen kleine kernartige Epidermiszellen, gleichsam als Stützzellen.

Von diesen Drüsen finden sich in den Segmenten, in denen sie vorkommen, jedes Mal vier; dieselben öffnen sich meist von hinten her in die Borstensäckchen der vier Bauchborsten dieses Segmentes, sehr nahe an deren äußerem Ende (*Lumbricus rubellus*); bei *Lumbricus herculeus* fand ich sie dicht hinter den Borsten ausmündend. Und weiter, die Drüsen kommen nur in solchen Segmenten vor, wo Geschlechtshorsten gelegen sind: sie sind an die Geschlechtsborsten gebunden<sup>1</sup>.

Diese vier Drüsen füllen den ganzen ventralen Raum des Segmentes aus und drängen sich noch in die Nachbarssegmente hinüber, wenn dort nicht ebenfalls solche Drüsen sind. Sie liegen bald unter der Ringmuskulatur, welche dann ziemlich ungestört über sie hinwegzieht (*Lumbricus herculeus*), oder sie durchsetzen diese und dringen zwischen die Längsmuskulatur ein, so dass nur zerstreute Bündel von Längsmuskeln sich zwischen den Drüsenzellbündeln finden (Fig. 32; *Lumbricus rubellus*, *Allurus tetraedrus*). In allen Segmenten, wo Geschlechts-

<sup>1</sup> Dies hat schon HERING angegeben, und VEJDOSKÝ führt an, dass mit den Geschlechtsborsten Drüsen zusammengehören. Letzterer bringt die Entstehung der Borsten mit den Drüsen in Zusammenhang; er sagt: »Die Veranlassung zur Bildung der Geschlechtsborsten der Lumbriciden geben offenbar nur die drüsigen Anschwellungen an den oben erwähnten Segmenten; an den Gürtelborsten sind es offenbar die *Tubercula pubertatis*, in denen die Bauchborstenfollikel verborgen sind« . . . »Die Follikelemente schwollen bedeutend auf, indem sie mit reichlichem drüsigen Inhalte gefüllt sind, und können wohl eine mächtigere Borste produciren als Follikel der lokomotorischen Borstenbündel.« Auch HERING sagt schon, dass das die Basis der Geschlechtsborsten »umschließende, in der Leibeshöhle gelegene Säckchen bedeutend größer ist und außer den Borstenmuskeln eine drüsige Masse enthält.« Ich konnte mich lediglich von der mächtigeren Entwicklung dieser Borstensäckchen überzeugen; Drüsen oder drüsige Massen habe ich an denselben nicht bemerkt. Jedenfalls können die von mir beschriebenen und abgebildeten Drüsen, welche zu den Geschlechtsborsten gehören, mit der Bildung derselben nichts zu schaffen haben, wie schon daraus hervorgeht, dass sie ganz unten in die Borstentasche oder gar von derselben getrennt selbstständig ausmünden.

FRAISSE (9) sah an der Mündung der Borstensäcke »Einbuchtungen drüsiger Art«. Seine Abbildung (Taf. IV, Fig. 6) zeigt, dass er zweifellos die von mir auf Fig. 32 abgebildeten Drüsen vor sich hatte; doch erkannte er die secernirenden Zellen nicht, sondern hält das auskleidende Cylinderepithel für secernirend; die Drüsenzellbündel aber glaubt er »als der Cutis angehörend ansprechen« zu müssen. Er schreibt diesen Drüsen die Bildung der Spermatophoren zu.

borsten sich finden, konnte ich auch die Drüsen nachweisen. Da nun die Geschlechtsborsten nicht von den Drüsen gebildet sein können, so müssen beide wohl in anderem Zusammenhange stehen, und zwar so, dass beide die gleiche Aufgabe haben, bei der Begattung die Thiere mit einander zu verbinden. Geschlechtsborsten finden sich bei den von mir untersuchten Würmern in folgenden Segmenten: bei *Lumbricus herculeus* im 10., 15., 26., 31., 32—37. (1.—6. Gürtel-) und 38. Segmenten; bei *Lumbricus rubellus* im 27., 29. und 30. (1., 3. und 6. Gürtel-) Segmente; bei *Lumbricus castaneus* im 10. (bei anderen Exemplaren im 11.) im 30. und 33. (3. und 6. Gürtel-) Segmente; bei *Allolobophora foetida* im 9., sowie im 28., 29. und 30. (3., 4., 5. Gürtel-) Segmente; bei *Allurus tetraëdrus* endlich im 9. (oder 10. oder 9. und 10.) und 22. (1. Gürtel-) Segmenten. HERING betrachtet die Geschlechtsborsten sowohl wie die Drüsen als Haftorgane; von den letzteren sagt er: »Da sie sich an den Stellen befinden, wo die Vereinigung der sich begattenden Würmer besonders innig ist, so besteht ihre Funktion offenbar in der Absonderung des ziemlich festen Schleimes, der die beiden Würmer an diesen Stellen förmlich zusammenleimt, und den man nach der Begattung hier und da als feste gallertige Masse die Bauchfläche überziehen sieht.«

In den betreffenden Segmenten kommen außer diesen Drüsen keine weiteren vor; die Spermatophorenbildung dürfte also kaum hier geschehen, wie FRAISSE annimmt. Bemerkenswerth ist, dass ich im Gegentheil bei *Lumbricus rubellus* und *Allurus tetraëdrus* die Beobachtung machte, dass in den die Geschlechtsborsten und die zugehörigen Drüsen enthaltenden Gürtelsegmenten die Epidermis der Bauchseite niedrig ist und besonders im Umkreis der Borstenmündungen der Drüsen entbehrt (ähnlich wie in den Intersegmentalfurchen), während sie in den anderen Gürtelsegmenten auch an der Bauchseite stark drüsig und durch Entwicklung tiefer liegender Drüsenzellen etwas verdickt ist, wenn auch nicht so sehr wie an der Dorsalseite des Gürtels. Es scheinen in jenen Segmenten die Geschlechtsborstendrüsen für die Drüsenthätigkeit der Epidermis einzutreten; vielleicht ist der tiefere Grund hierfür darin zu suchen, dass das Segment nach Maßgabe der in ihm verlaufenden Blutgefäße nicht so viel Sekretstoffe abzugeben vermag, dass außer Rücken- und Seitentheilen der Epidermis und den Borstendrüsen auch noch die Epidermis der Bauchseite secerniren könnte.

Ähnliche Drüsenbezirke finden sich auch an den Wülsten, welche die männlichen Geschlechtsöffnungen umgeben; man bezeichnet sie als Prostata. Hier ist ein großer Theil der Epidermiszellen zu langgestreckten Drüsenzellen umgewandelt, welche BEDDARD treffend mit

denen des Clitellums vergleicht; sie sind genau so gestaltet wie die Drüsenzellen der Geschlechtsborstendrüsen. Die Geschlechtsborstendrüsen unterscheiden sich von der Prostata überhaupt lediglich durch die Einstülpung der Epidermis, welche offenbar nur der Oberflächenvermehrung und somit der massigeren Entwicklung des Drüsenkomplexes dient<sup>1</sup>. Eine solche massive Entwicklung der Drüse zu ermöglichen, dazu dient offenbar die eigenthümliche Form der Drüsenzellen; denn diese bewirkt, dass auf einer verhältnismäßig geringen Oberfläche eine außerordentlich große Menge solcher Drüsenzellen münden kann, deren secernirende Theile einen bei Weitem größeren Raum einnehmen würden, als ihn die Oberfläche bietet. Bei den Drüsen der Wirbelthiere wird durch Einstülpung die secernirende Fläche vergrößert, und die Mächtigkeit der Drüse hängt von der Zahl und Länge der Einstülpungen ab. Hier, wo Einstülpungen nur in geringerem Maße oder gar nicht vorkommen — ich möchte sagen, wo sie eine neue, noch nicht weit verbreitete Erfindung sind — wird das gleiche Ziel auf die geschilderte Weise erreicht<sup>2</sup>.

So haben wir am Regenwurmkörper eine interessante Reihe verschiedener Arten von Drüsen vereinigt; zunächst bietet sich die ganze Epidermis an den meisten Stellen als Träger zahlreicher Drüsenzellen; doch ist hier keine Besonderheit zur Vermehrung des für eine gewisse Fläche bestimmten Drüsensekretes eingetreten; anders bei dem Gürtel und der Prostata, wo diese Vermehrung durch die merkwürdige Umformung der Drüsenzellen in langgezogene Schläuche mit dünnen »Ausführungsgängen« bewirkt wird; bei den Geschlechtsborstendrüsen endlich ist noch das Mittel hinzugekommen, was bei den Wirbelthieren ausschließlich dazu dient, das Sekret für eine gewisse Oberfläche möglichst zu mehren: die Einstülpung des secernirenden Epithels.

Auch bei anderen Oligochaeten haben wir Drüsen, welche den Prostata drüsen der Lumbriciden im Baue gleichen: so habe ich bei verschiedenen Enchytraeusarten Komplexe solch langgestreckter Drüsen als »Kopulationsdrüsen« beschrieben<sup>3</sup>.

Tübingen, Ende Mai 1894.

<sup>1</sup> Die Parallele mit der Prostata schließt ohne Weiteres die Folgerung in sich, dass die Geschlechtsborstendrüsen ektodermalen Ursprungs sind und nicht mesodermalen, wie VEJDOVSKÝ meint.

<sup>2</sup> CERFONTAINE nennt solche Drüsen — mit Anlehnung an den von F. E. SCHULZE gebrauchten Namen »epitheliale Drüsen« — wegen ihrer Lage unter der Epidermis »subepitheliae«.

<sup>3</sup> Unter den gleichen morphologischen Gesichtspunkt fallen die Drüsenanhäufungen, welche sich am Vorderdarm der Oligochaeten finden: sie bestehen aus

### Verzeichnis der angeführten Schriften.

1. F. E. BEDDARD, On the anatomy of *Allurus tetraedrus*. in: Quarterly Journ. of Microscop. Science. New Series. Vol. XXVIII.
2. R. S. BERGH, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Geschlechtsorgane der Regenwürmer. in: Diese Zeitschr. Bd. XLIV. p. 303 bis 332.
3. C. BÜLOW, Die Keimschichten des wachsenden Schwanzendes von *Lumbriculus variegatus* nebst Beiträgen zur Anatomie und Histologie dieses Wurmes. Diese Zeitschr. Bd. XXXIX. p. 64—69.

Bündeln langgezogener, aus Epithelzellen hervorgegangener Drüsenzellen, deren verdünnte untere Enden, »Ausführungsgänge«, dicht neben einander liegen und Stränge bilden, die dann erst an dem Vorderdarmepithel aus einander weichen, wo die einzelnen Drüsenzellen zwischen den Zellen des Darmepithels ausmünden. Am deutlichsten erkennbar sind diese Verhältnisse bei den Naideen, bei *Psammoryctes* und bei *Branchiobdella*; sehr gut zu beobachten sind diese Drüsenzellbündel auch am Pharynx von *Tubifex*. Bei allen bis jetzt genannten Formen liegen die Drüsenteile noch verhältnismäßig nahe der Ausmündungsstelle, d. h. die ausführenden Theile der Zellen sind ziemlich kurz. Länger ausgezogen sind diese schon bei den Pharynxdrüsen von *Lumbricus*. Am allermeisten aber ist dies geschehen bei den Pharynxdrüsen der Enchytraeiden, den sog. Septaldrüsen, so sehr, dass man ohne vergleichende Betrachtung wohl kaum die wahre Natur dieser Drüsen erkennen kann, wie sie denn bisher allen Forschern verborgen geblieben ist und auch von mir (12) trotz meiner günstigen Präparate nicht erkannt wurde. Eine genaue Nachprüfung meiner Präparate von *Pachydrilus litoreus* und *Fridericia Ratzelii* haben mir die unumstößliche Gewissheit gegeben, dass wir in den Septaldrüsen der Enchytraeiden nichts Anderes zu sehen haben als Bündel der secernirenden Theile von langgezogenen Drüsenzellen, und dass die sog. Ausführungsgänge dieser Drüsen nichts sind als die neben einander verlaufenden ausführenden Theile dieser Drüsenzellen. Daher die Streifung, welche die sog. Ausführungsgänge zeigen und die ich als Zeichen der Zähigkeit des abgesonderten Sekretes deutete, die aber nur durch die Trennungslinien der verschiedenen ausführenden Theile der Drüsenzellen hervorgebracht wird; daher die nach einer Seite hin in einen Fortsatz verlängerten Zellen (vgl. meine Fig. 23 in 12), in denen MICHAELSEN Ganglienzellen sah; daher die merkwürdige Ausmündung der »Septaldrüse« zwischen den Epithelzellen des Pharynx, mit so außerordentlich vielen Ausführungsgängen, die ich als Intercellularräume deutete (vgl. meine Fig. 24 in 12). Die Drüsenzellen sind hier durch mehrere Segmente hin ausgezogen und erreichen bei *Pachydrilus litoreus* zum Theil eine Länge von 0,68 mm, bei *Fridericia Ratzelii* sogar von 0,71 mm, eine Länge, wie wir sie sonst nur bei Muskelzellen finden. — Außerordentlich zahlreich finden sich solche Drüsenzellbündel auch am Saugnapf von *Branchiobdella*, den ich bei der geringen Ausbildung der Muskulatur und der bedeutenden Entwicklung der Drüsenzellen eher als Haftscheibe bezeichnen möchte.

Es ist wunderbar zu sehen, wie die gleiche Art der Vermehrung der auf eine beschränkte Oberfläche abzusondernden Sekretmenge in den verschiedensten Variationen in dieser einen Thiergruppe immer wiederkehrt, wie dieser eine Grundzug die Drüsusbildung bei den Oligochaeten durchaus beherrscht.

4. O. BüTSCHLI, Protozoen, neu bearbeitet in: BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Bd. I. Leipzig 1880.
5. P. CERFONTAINE, Recherches sur le système cutané et sur le système musculaire du Lombric terrestre. in: Arch. de Biologie (VAN BENEDEN). Bd. X. p. 327—428.
6. E. CLAPARÈDE, Histologische Untersuchungen über den Regenwurm (*Lumbricus terrestris* Linné). Diese Zeitschr. Bd. XIX. p. 563—624.
7. A. COLLIN, Criodrilus lacuum, ein Beitrag zur Kenntnis der Oligochaeten. Diese Zeitschr. Bd. XLVI. p. 471—497.
8. G. H. TH. EIMER, Die Medusen, anatomisch und physiologisch auf ihr Nervensystem untersucht. Tübingen 1878.
9. P. FRAISSE, Über Spermatophoren beim Regenwurm. in: Arbeiten des Zoolog.-Zootom. Institutes in Würzburg. Bd. V.
10. G. GOEHLICH, Über die Genital- und Segmentalorgane von *Lumbricus terrestris*. Inaug.-Dissert. Breslau 1888.
11. E. HERING, Zur Anatomie und Physiologie der Generationsorgane des Regenwurms. Diese Zeitschr. Bd. VIII. p. 400—424.
12. R. HESSE, Beiträge zur Kenntnis des Baues der Enchytraeiden. Diese Zeitschr. Bd. LVII. p. 1—17.
13. N. KULAGIN, Zur Anatomie u. Systematik der in Russland vorkommenden Familie Lumbricidae. Vorl. Mittheilung. in: Zool. Anz. Nr. 278 (XI. Jahrg. 1888).
14. M. v. LENHOSSÉK, Urprung, Verlauf und Endigung der sensiblen Nervenfasern bei *Lumbricus*. in: Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXXIX. p. 102—136.
15. FR. LEYDIG, Vom Bau des thierischen Körpers. Tübingen 1864.
16. Derselbe, Tafeln zur vergleichenden Anatomie. Tübingen 1864.
17. N. LIEBERKÜHN, Évolution des Grégaries. in: Mém. cour. et mém. des Sav. étrangers. Bruxelles 1865.
18. A. LUSTIG, Über die Nervenendigung in den glatten Muskelfasern. in: Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wiss. in Wien. Bd. LXXXIII. 1884.
19. A. v. MOJSISOVICS, Über den Bau der Lumbricidenhypodermis. in: Sitzungsber. der kais. Akademie der Wiss. in Wien. Bd. LXXVI. 1877.
20. W. NAGEL, Die niederen Sinne der Insekten. Tübingen 1892.
21. D. NASSE, Beiträge zur Anatomie der Tubificiden. Dissert. Bonn 1882.
22. C. NEULAND, Ein Beitrag zur Kenntnis der Histologie und Physiologie der Generationsorgane des Regenwurmes. in: Verhandl. des Naturhistor. Ver. d. Rheinlande und Westfalens. 43. Jahrg. (5. Folge, 3. Jahrg.) 1886.
23. QUATREFAGES, Histoire Naturelle des Annelés Marins et d'Eau Douce. Bd. III. 1. Theil. Bearb. von L. VAILLANT. Paris 1889.
24. G. RETZIUS, Das Nervensystem der Lumbricinen. in: Biolog. Untersuchungen. Neue Folge. Bd. III. p. 1—16. Berlin 1892.
25. E. ROHDE, Die Muskulatur der Chaetopoden. in: Zoolog. Beiträge, herausgeg. von A. SCHNEIDER. Bd. I. p. 164—205.
26. Derselbe, Muskel und Nerv. I. Ascaris. Ebenda. Bd. III. p. 69 ff.
27. Derselbe, Muskel und Nerv. II. Mermis u. Amphioxus. Ebenda. Bd. III. p. 161 ff.
28. D. ROSA, Revisione dei Lumbricidi. in: Memorie della Reale Academia delle Scienze di Torino. Serie II. Tom. XLIII.
29. C. SEMPER, Die Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Thiere. III. Strobilation und Segmentation. in: Arbeiten des Zoolog.-Zootom. Institutes in Würzburg. Bd. III. p. 115—404.

30. R. TIMM, Beobachtungen an *Phreoryctes Menkeanus* und *Nais*. in: Arbeiten des Zoolog.-Zootom. Institutes in Würzburg. Bd. VI. p. 109—155.  
 31. H. UDE, Die Rückenporen der terricolen Oligochaeten etc. Diese Zeitschr. Bd. XLIII. p. 87—142.  
 32. FR. VEJDOVSKÝ, System und Morphologie der Oligochaeten. Prag 1884.  
 33. W. VOIGT, Über Ei- und Samenbildung bei Branchiobdella. in: Arbeiten des Zoolog.-Zootom. Institutes in Würzburg. Bd. VII. p. 300—368.
- 

### Erklärung der Abbildungen.

#### Buchstabenbezeichnung.

<i>blg</i> , Blutgefäß;	<i>n</i> , Nerv;
<i>bstg</i> , Bauchstrangganglion;	<i>p</i> , Peritoneum;
<i>c</i> , Cuticula;	<i>pt</i> , Plasmatheil der Muskelzelle;
<i>ep</i> , Epidermis;	<i>rm</i> , Ringmuskulatur;
<i>g</i> , Ganglion;	<i>rn</i> , Ringnerv;
<i>lm</i> , Längsmuskulatur;	<i>s</i> , Septum;
<i>mt</i> , muskulöser Theil der Muskelzelle;	<i>sk</i> , Wände der Samenkapsel;
	<i>so</i> , Sinnesorgan.

#### Tafel XXIV.

Fig. 1a—d. Querschnitte durch Ringmuskelzellen von *Allolobophora chlorotica*. Vergr. 300fach.

Fig. 2. Querschnitt durch eine Längsmuskelzelle von *Lumbricus herculeus*. Vergr. 545fach.

Fig. 3. Querschnitt durch die Längsmuskelschicht eines jungen Regenwurms, 1. Segment. Vergr. 300fach. *üm* Muskelzellen, die eine Übergangsrichtung einnehmen.

Fig. 4. Querschnitt durch die Längsmuskelschicht von *Rhynchobolus siphonostoma*. Vergr. 300fach.

Fig. 5. Längsschnitt durch die Seitenlinie von *Chaetogaster diaphanus*, Hinterleib. Vergr. 300fach.

Fig. 6. Querschnitt durch die Seitenlinie von *Chaetogaster diaphanus*, gleich hinter dem Schlundganglion. Vergr. 300fach. *tm*, Transversalmuskel.

Fig. 7 und 8. Längsschnitte durch die Seitenlinie von *Tubifex rivulorum* in verschiedenen Gegenden. Vergr. 300fach.

Fig. 9. Längsschnitt durch die Seitenlinie von *Limnodrilus Udekemianus*. Vergr. 300fach.

Fig. 10. Transversalmuskel und Querschnitt durch die Seitenlinie von *Limnodrilus Udekemianus*. Vergr. 300fach. *tm*, Transversalmuskel; *mk*, Kern der Muskelzelle; *pk*, Kerne des Peritoneum.

Fig. 11. Transversalmuskel von *Limnodrilus Udekemianus*. Vergr. 545fach. Bezeichnung wie Fig. 10.

Fig. 12. Hautsinnesknospe von *Lumbricus herculeus*. Vergr. 365fach. *sz*, Sinneszelle; *stz*, Stützzelle, nach einem Hämatoxylinpräparat gezeichnet.

Fig. 13. Hautsinnesknospe von *Lumbricus herculeus* mit Nerv. Vergr. 300fach.

Fig. 14. Hautsinnesknospe von *Allolobophora chlorotica*. Vergr. 300fach. *sz*, Sinneszelle.

Fig. 15. Längsschnitt durch die Rückenwand eines Segments von *Allolobophora chlorotica* mit zwei Sinnesorganen vom vorderen und mittleren Sinnesgürtel. Vergr. 70fach.

Fig. 16. Querschnitt durch die Unterseite der Oberlippe von *Lumbricus herculeus*, oberster Rand der Epithelzellen. Vergr. 545fach. *sh*, Sinneshaare; *we*, Wimpern der Epithelzellen; zwischen den Haaren und Wimpern sitzen außen zahlreiche Schmutzpartikelchen.

Fig. 17. Querschnitt durch ein Ganglion der Oberlippe von *Lumbricus herculeus*. Vergr. 365fach. *bg*, Bindegewebe; *gzf*, Ganglienzellfortsatz; *x*, Gewebeumbildung im Inneren der Zelle, vgl. Text.

Fig. 18. Zusammenhängende Ganglien aus der Oberlippe des Regenwurms. Vergr. 300fach, Bezeichnungen wie in voriger Figur.

Fig. 19. Schematischer Querschnitt durch den mittleren Sinnesgürtel des 10. Segmentes von *Lumbricus herculeus*. Vergr. 20fach. *d*, Darm; *sk*, Samenkapsel; *ml*, Muskellücken des dorsalen Borstenpaars.

Fig. 20. Schema des Nervenverlaufes im Vorderende von *Lumbricus herculeus*. *ol*, Oberlippe; *osg*, Oberschlundganglion; *cm*, Kommissur; *db*, dorsales Borstenpaar; *vb*, ventrales Borstenpaar. *I, 1*; *I, 2*; *I, 3*; *II, 1* etc., vorderer (1), mittlerer (2) und hinterer (3) Ringnerv des I. bzw. II. bzw. III. Segmentes.

Fig. 21. Dorsoventraler Längsschnitt durch die Oberlippe von *Lumbricus herculeus* (Hämatoxylinpräparat), aus sechs auf einander folgenden Schnitten kombiniert (90  $\mu$  dick). Vergr. 45fach. *rzm*, Rückziehmuskeln der Oberlippe; *qm*, Muskeln, welche die Oberlippe quer durchsetzen.

Fig. 22. Querschnitt durch den vordersten Theil der Oberlippe von *Lumbricus herculeus*. Vergr. 45fach (Boraxkarminpräparat, weshalb die Sinnesorgane weniger deutlich sichtbar sind).

#### Tafel XXV.

Fig. 23. Schematischer (dorsoventraler) Längsschnitt durch die Geschlechtssegmente von *Lumbricus herculeus*. IX—XV, 9.—15. Segment; *h*, Hoden; *ov*, Ovar; *sl*, Samentrichter; *et*, Eitrichter; *sb*, Samenblase (mit bindegewebigem Stroma, in welchem sich Lücken zur Aufnahme der Spermatogonien befinden); *eh*, Eihälter; *rs*, Receptaculum seminis; ♂ bzw. ♀, Mündung des Samen- bzw. Eileiters.

Fig. 24. Rudimentäre Geschlechtsdrüse aus dem zwölften Segment von *Allolobophora chlorotica*. Vergr. 200fach.

Fig. 25. Stück eines Schnittes durch eine Samenblase von *Lumbricus herculeus* vor der Füllung mit Samenmutterzellen. Vergr. 45fach. *l*, Lücken im bindegewebigen Stroma.

Fig. 26. Eingang in die Samenblase von *Lumbricus herculeus*. Vergr. 45fach. *sp*, Entwicklungsstufen von Spermatozoen.

Fig. 27 a—c. Kerntheilungsfiguren aus dem Hoden von *Allurus tetraedrus*. Vergr. 545fach.

Fig. 28. Längsschnitt durch die Samenkapsel eines noch nicht reifen *Lumbricus herculeus*. Vergr. 32fach. *h*, Hoden; *bsp*, bindegewebige Spitze der Hodendrüse mit zahlreichen Blutgefäßen; *st*, Samentrichter; *sl*, Samenleiter; *sk'*, Samen-

kapsel des 14. Segmentes, durch den etwas schrägen Schnitt auch in ihrem seitlichen Theile getroffen, so dass sie den Hoden auch von vorn zu umhüllen scheint.

Fig. 29 *a—d*. Freigewordene Spermatogonien mit pseudopodienartigen Fortsätzen: *a*, Rand eines Haufens von Spermatogonien, wo die äußersten nach einer Seite hin ihre Fortsätze ausstrecken; *b—d*, einzelne Spermatogonien mit Fortsätzen nach mehreren Seiten. Vergr. 305fach.

Fig. 30. Eierstock von *Lumbricus herculeus* im Längsschnitt. Vergr. 305fach. *tz*, Zone der Keimzellen; *ktz*, Zone der Kerntheilungen; *ez*, Zone der Eizellen; *ed*, Dottermasse in der Eizelle; *pz*, Zellen des Peritonealüberzuges des Ovars.

Fig. 31. Eierstocke von *Allurus tetraëdrus* mit zwei Nucleolen. Vergr. 305fach. *pz*, Zellen des Peritonealüberzuges des Ovars.

Fig. 32. Querschnitt durch zwei Geschlechtsborstendrüsen von *Lumbricus rubellus*. Vergr. 200fach. *dt*, secernirende Theile der Drüsenzellen; *at*, ausführende Theile der Drüsenzellen; *dl*, Drüsenumen; *bg*, Bindegewebe; *ep'*, drüsig veränderte Epidermis (Gürtelepidermis).



Fig. 21.

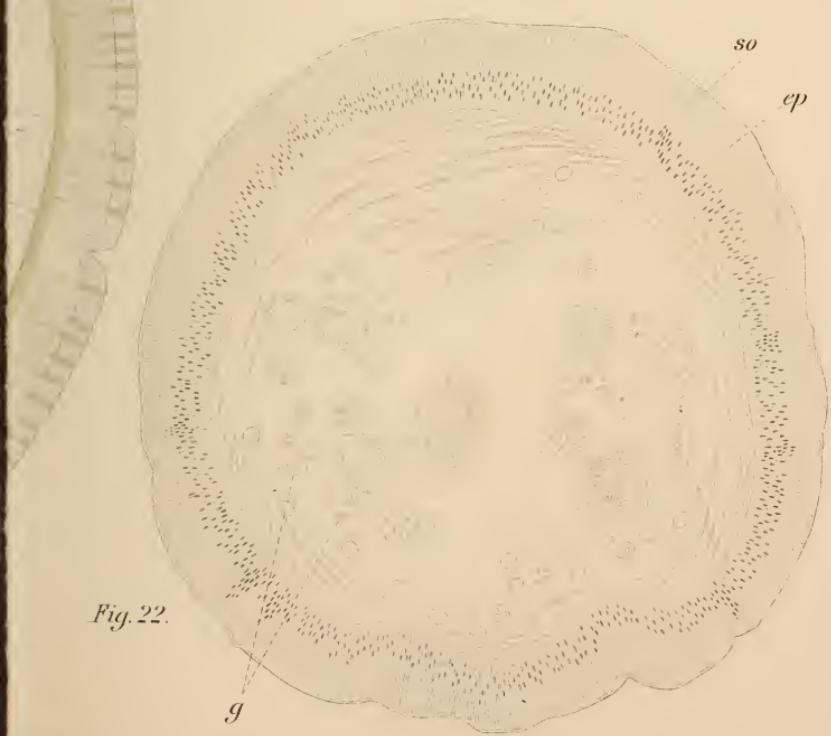


Fig. 22.







A

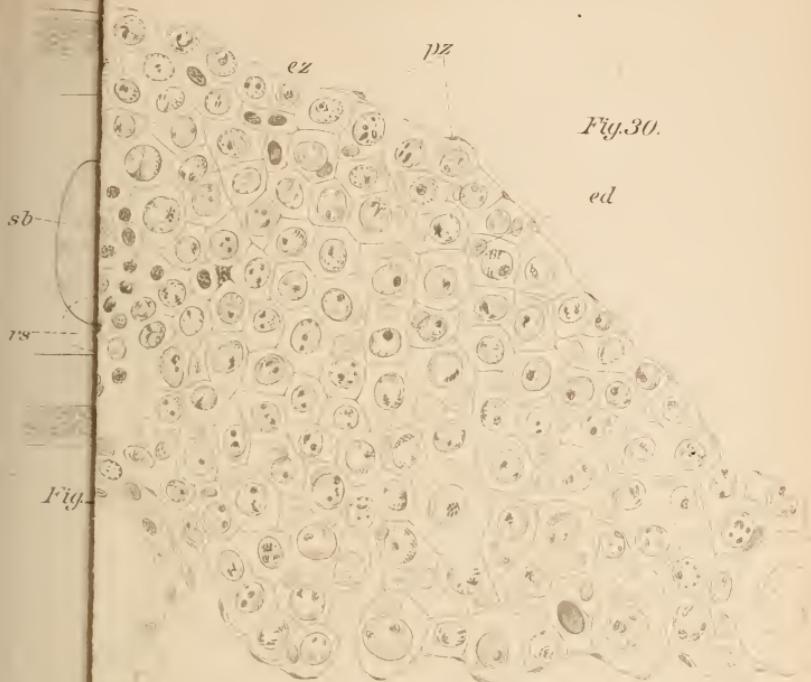


Fig.

Fig. 29a.

b

Fig. 29.

d

c

*sk*

Fig. 32.

*bg**p*