Beiträge zur Kenntniss des Nervensystems der Nematoden.

Von
O. Bütschli.

Hierzu Tafel VI und VII.

Die Frage nach dem Nervensystem der Nematoden hat schon seit dem Anfang dieses Jahrhunderts den Forschungseifer der Zoologen bald mehr bald weniger herausgefordert. Seit dem Beginn der Forschungen auf diesem Gebiete waren es stets zwei Betrachtungsweisen, die gegen einander im Felde lagen. Ihre Begründung fanden dieselben in der so sehr eigenthümlichen Beschaffenheit der Leibesmuskulatur unserer Thiere, die es erlaubte, mit einem ziemlichen Grad von Wahrscheinlichkeit gewisse Theile des Nematodenleibes bald als zum Nerven-, bald als zum Muskelsystem gehörig zu betrachten. Wie bekannt, waren es in der neueren Zeit die Meissner'schen Arbeiten¹⁾, welche zuerst wieder die Frage nach dem Nervensystem der Nematoden eingehender besprachen. Wenn die Resultate dieser Arbeiten auf der einen Seite, so von Walter²⁾ und Wedl³⁾, ungetheilten Beifall erhielten und beide Forscher sich bemühten, die von Meissner bei *Mermis* und *Gordius* gefundenen Verhältnisse auch bei anderen Nematoden zu bestätigen, so wurden

1) Meissner, G., Beiträge zur Anatom. u. Phys. von *Mermis albicans*, Zeitschrift f. w. Zoologie. Bd. V. 1853 u. Beiträge zur Anatom. und Physiol. der Gordiaceen, Zeitschrift f. w. Zoologie. Bd. VII. 1855.

2) Walter, G., Beiträge zur Anatomie und Physiol. von *Oxyurus ornata*. Zeitschrift f. w. Zoologie. Bd. VIII. 1857.

3) Wedl, Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1855.

von anderer Seite die Meissner'schen Befunde, so namentlich von Schneider¹⁾, Leydig²⁾ und Leuckart³⁾ einer strengen Kritik unterzogen, deren Ergebnisse Meissner's Forschungen in sehr zweifelhaftem Licht erscheinen liessen.

Schneider vor Allem verdanken wir, wie in so vieler Hinsicht bei den Nematoden, so auch auf diesem besonderen Gebiet die eingehendsten und gehaltvollsten Forschungen. Was er zuerst in einer kleineren Arbeit⁴⁾ über das Nervensystem unserer Thiere ermittelte, wurde hierauf in seiner Monographie der Nematoden wesentlich erweitert und theilweise berichtigt, so dass er mit Fug und Recht am Schlusse des Abschnittes über diesen Theil der Organisation unserer Thiere sich dahin erklären konnte, dass nur wenige Abtheilungen des gedachten Thierreiches in Bezug auf ihr Nervensystem so ausreichend erkannt seien, als gerade die Nematoden.

Leuckart hat sich in seinem Werk über die menschlichen Parasiten eingehend über das Nervensystem unserer Thiere ausgesprochen und durch eigne Forschungen die Ergebnisse der Schneider'schen Untersuchungen vielfach bestätigt und etwas erweitert, doch blieb ihm und Schneider doch noch mancherlei verborgen, wie sich im Laufe dieser Abhandlung ergeben wird.

Die kleineren Mittheilungen über diesen Gegenstand von Leydig, Claus und die gelegentlich allgemeinerer Untersuchungen über Nematoden von Eberth, Bastian und neuerdings von Marion gemachten Beobachtungen⁴⁾ werden, so weit ihre Ergebnisse zur Verwerthung geeignet sind, im Laufe meiner Darstellung besprochen werden. Meine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand wurde hauptsächlich durch eine längere Beschäftigung mit den freilebenden Nematoden erregt. Nachdem es mir trotz vielfacher Bemühungen nicht

1) Schneider, A. Ueber Muskeln und Nerven der Nematoden Arch. f. Anatomie und Physiologie 1860 und Neue Beiträge zur Anatomie und Morphologie der Nematoden, Arch. f. A. u. Physiologie, 1863.

2) Leydig, Haben die Nematoden ein Nervensystem? Bemerkungen zu dieser Frage. Arch. f. An. u. Physiologie 1861 u. in seinem Handbuch der vergl. Anatomie.

3) Leuckart, R. Die menschlichen Parasiten. Bd. II. 1867.

4) Eberth, Untersuchungen über Nematoden. Leipzig, 1863. — Bastian, Monograph on the Anguillulidae. Transactions of the Linn. society, Vol. XXV. p. 73. — Marion, Recherches zoolog. et anat. sur les nematoides non parasites du golfe de Marseille. Annales des sciences naturelles. Zoologie V. série. T. XIII. Art. 14 u. T. XIV. Art. 1.

gelungen war, über den Bau des sogen. Nervenrings und über die Bedeutung der Zellen um den Oesophagus ins Reine zu kommen, musste ich mich nothwendiger Weise an die grösseren parasitischen Nematoden zur Lösung dieser Frage wenden. Einige Beobachtungen an *Mermis nigrescens* und mehreren freilebenden Nematoden machten es mir ausserdem fraglich, ob die Schneider'sche Darstellung ihre volle Richtigkeit habe, sondern sprachen einigermaßen zu Gunsten der älteren Meissner'schen Forschungen.

Meine Untersuchungen wurden hauptsächlich an *Ascaris lumbricoides* und *megalocephala* angestellt, gelegentlich wurde auch noch eine Anzahl kleinerer Ascariden, wie *A. osculata*, *labiata* (?), *aucta* und *rigida* zur Vergleichung herangezogen, ohne dass jedoch durch die letzteren die Untersuchung sich wesentlich hätte fördern lassen. Von *Asc. lumbricoides* standen mir nur ziemlich alte Spiritusexemplare zur Verfügung, von *A. megaloccephala* hingegen wurden frisch in Müller'scher Flüssigkeit oder Alkohol gehärtete Thiere benutzt. Hierbei zeigte sich nun die Eigenthümlichkeit, dass die alten Spiritusexemplare des *A. lumbricoides* mir bei weitem bessere Präparate, namentlich Schnitte lieferten, als die frisch und mit Vorsicht gehärteten Exemplare von *Ascaris megaloccephala*. Die Methode der Untersuchung bestand einmal in der Anfertigung von Schnitten, hauptsächlich des Kopfes und Schwanzes. Es wurden sowohl Quer- als Längsschnitte hergestellt. Fernerhin zeigte es sich vortheilhaft zum Studium der nervösen Elemente der Längslinien, dieselben gesondert von der übrigen Leibesmasse zu schneiden, auf welche Weise sich dann auch die zartesten Schnitte erhalten liessen. Die zu schneidenden Theile wurden in einer Mischung von Gummi und etwas Glycerin eingeschlossen und nach richtiger Härtung geschnitten. Ausser den Schnittpräparaten wurden dann in der von Schneider beschriebenen Weise auch Flächenpräparate der Hals- und Schwanzgegend hergestellt. Hiezu wurden jedoch nur tingirte Exemplare verwendet und hat sich mir auch hier die Behandlung mit Ueberosmiumsäure als eine treffliche Tinctionsmethode erwiesen. Diese Säure wurde auch bei alten Spirituspräparaten noch mit Erfolg angewendet und gab sehr zufriedenstellende Resultate.

Mangel an Material verhinderte mich, das Nervensystem im Schwanz unserer Thiere in ähnlicher Weise zu erforschen, als mir dies für das Kopfbende gelang, dennoch glaube ich auch hier einen Schritt vorwärts gethan zu haben.

Der Theil des Nervensystems, welcher bei der Beobachtung unserer Thiere wohl zuerst auffällt, ist der sogen. Schlundring. Dieses zuerst von Blanchard hervorgehobene Gebilde, dessen nervöse Natur bis zu den Schneider'schen Untersuchungen vielfach angezweifelt wurde, besitzt nach den neueren Forschungen von Schneider, Eberth, Bastian, Marion und mir eine ganz allgemeine Verbreitung, ich möchte bezweifeln, ob es überhaupt einem einzigen Nematoden fehlt. Dieser um den Oesophagus laufende Faserring darf im Verein mit den mehr oder weniger zahlreichen Ganglienzellen, welche an verschiedenen Stellen seines Verlaufes mit ihm in Verbindung stehen, mit Recht als der Centraltheil des Nervensystems betrachtet werden.

Der Schlundring liegt bei den in dieser Abhandlung in Betracht kommenden Ascariden nur wenige Millimeter hinter der Kopfspitze, dicht vor dem Porus, durch welchen die Seitengefässe ihre Ausmündung finden. Der Schneider'schen Schilderung gemäss enthielte dieser Ring nur eine sehr geringe Anzahl von Nervenfasern, es sollen deren kaum mehr als 8 vorhanden sein. Schon die Betrachtung von der Fläche mit Berücksichtigung der von anderen Stellen her bekannten Dickenverhältnisse der Nervenfasern macht es jedoch wahrscheinlich, dass sich in demselben viel mehr Fasern finden. Die sichersten Aufschlüsse hierüber liefern natürlich Längsschnitte des Thieres in der Gegend des Rings, welche letzteren quergeschnitten zeigen. Fig. 14, Taf. VII zeigt uns den Querschnitt des Rings von *A. megalocephala* in der Nähe der Seitenlinie. Nach diesem und ähnlichen Schnitten zu urtheilen, dürfen wir die Zahl der Nervenfasern in dem Ring wohl, ohne zu hoch zu greifen, auf 40—50 schätzen. Zu gleicher Zeit zeigt uns die Fig. 14 auch noch eine Eigenthümlichkeit, die wir bei unseren Nematoden gewöhnlich antreffen, wo wir eine grössere Zahl Nervenfasern auf querem Schnitt sehen, nämlich die, dass die Querschnitte der einzelnen Fasern meist sehr verschiedene Dimensionen besitzen. Die einfachste Erklärung dieser Erscheinung wird durch die Annahme einer varicösen Beschaffenheit der einzelnen Fasern gegeben und hiermit stimmt denn auch das Aussehen der unverletzten Fasern mehr oder weniger überein. Mit die beste Gelegenheit, sich den Anblick ziemlich isolirter Fasern zu verschaffen, bieten die von Schneider entdeckten Submediannerven. Dieselben entspringen aus der vorderen dem Mund zugewendeten Seite des Schlundrings, um sich von hier zur Kopfspitze zu begeben

(s. Fig. 1, Taf. VI). Es liesse sich nun der berechtigte Einwurf erheben, dass diese varicöse Beschaffenheit erst durch die Behandlung mit Reagentien erzeugt worden wäre, hiergegen spricht jedoch das Aussehen der Nervenfasern in lebenden Thieren. Zu derartigen Beobachtungen bieten die kleinen freilebenden Nematoden die beste Gelegenheit; man sieht hier die varicöse Beschaffenheit der Fasern, welche sich vom Schlundring nach dem Kopfende hinbegeben, häufig in der schönsten Weise und habe ich in meinen beiden Abhandlungen über freilebende Nematoden dieser Beschaffenheit mehrfach gedacht und hierauf bezügliche Abbildungen gegeben ¹⁾. Der in Fig. 14 abgebildete Querschnitt des Nervenrings belehrt uns jedoch noch über einen weiteren Punkt, er zeigt uns nämlich, dass der eigentliche Nervenring von einer aus faserigem Gewebe gebildeten Scheide umhüllt wird. Diese Scheide, welche auch von Schneider beschrieben worden ist, ist aus denselben zarten Fasern geflochten, welche auch die Leibeshülle der Nematoden im Allgemeinen so reichlich durchziehen, namentlich die Muskelblasen umspinnen und überhaupt die inneren Organe unter einander verbinden. Wir dürfen dieses Gewebe mit Leuckart wohl als Bindegewebe bezeichnen. Wie Schneider und Leuckart schon hervorgehoben, verschmilzt diese Nervenringscheide mit den Längslinien, d. h. das Fasergewebe derselben vereinigt sich sehr innig mit dem Gewebe der Längslinien, das ja zum guten Theil auch aus sehr ähnlichen feinen Fasern besteht. Die von dem Nervenring abgehenden und sonst frei in der Leibeshöhle liegenden Submediannerven erhalten gleichfalls eine entsprechende bindegewebige faserige Umhüllung, die man namentlich auf Querschnitt-

1) Eine erste Abhandlung über freilebende Nematoden des Landes und süßen Wassers wurde von mir im Anfang des Jahres 1872 vollendet und der K. Leopold. Karolin. Akademie im Mai d. J. zur Veröffentlichung in ihren Schriften übergeben. Im Augenblick, wo ich dieses niederschreibe, sind von den etwa 10 Tafeln bedingenden Abbildungen zu dieser Arbeit 4 vollendet, so dass die Fertigstellung der noch fehlenden Tafeln durch den Lithographen Herrn Schenk in Halle a. d. S., welchem die Ausführung von Seiten der Akademie übergeben ist, wohl noch 2 Jahre in Anspruch nehmen möchte. Man sieht also, dass alle Aussichten vorhanden sind, dass diese Abhandlung unter günstigen Umständen im Jahre 1875 erscheinen wird.

Eine zweite Abhandlung über freilebende Nematoden, vorzugsweise der Kieler Bucht, wird in den Schriften der Senkenberg. naturforschenden Gesellschaft zu Frankfurt a. M. erscheinen.

ten trefflich zu Gesicht bekommt. Im Anschluss an diese Verhältnisse der Scheide des Nervenrings können wir auch am besten sogleich die Eigenthümlichkeiten betrachten, welche die sogen. Muskelfortsätze in der Gegend des Nervenrings zeigen. Schneider zeigte zuerst, dass sich vor dem Nervenring keine Muskelfortsätze finden, sondern dass die ersten derselben in der Höhe dieses Rings entspringen. Sämmtliche Fortsätze eines Muskelfeldes der Ascariden sollen sich zu einem Bündel vereinigen und in den Punkten, welche den Durchschnitten der Submedianlinien entsprechen, an den Nervenring herantreten und mit dessen Scheide verschmelzen. Das soeben angegebene Verhältniss der Muskelfortsätze ist nun meinen Erfahrungen zufolge nur im Allgemeinen richtig und hängt die seitherige Verkenntung des wahren Sachverhalts wahrscheinlich mit einer unrichtigen Auffassung des Verlaufes der Muskelfortsätze im Allgemeinen zusammen. Es ist richtig, dass die weitaus beträchtliche Zahl der Muskelfortsätze in den Submedianlinien an die Hinterseite des Nervenrings herantritt, fasst man jedoch den Verlauf der Muskelfortsätze zwischen je zwei Längslinien genauer ins Auge, so bemerkt man, dass sich dieselben nach zwei sich kreuzenden Richtungen hinstrecken, einmal nach den Medianlinien und dann jedoch auch den Seitenlinien zu. Sie verschmelzen auch nicht in den Submedianlinien mit der Scheide des Nervenrings, sondern laufen längs derselben hin nach den Medianlinien einerseits und den Seitenlinien andererseits. Hier an den Medianlinien und in der Nähe der Seitenlinien könnte man wohl von einem Verschmelzen derselben mit der Scheide des Nervenrings sprechen, jedoch kann nach allen unseren Erfahrungen über das Nervensystem unserer Thiere von einer Verschmelzung mit dieser Scheide keine Rede sein, sondern hier findet sich sonder Zweifel ein allmählicher Uebergang der Muskelfortsätze in die eigentlichen Nervenfasern, ein Uebergang, welcher sich wenigstens an dieser Stelle nicht direct und mit völliger Sicherheit nachweisen liess. Was mir jedoch bei dem soeben geschilderten Verlauf der Muskelfortsätze in der Gegend des Nervenrings das erheblichste zu sein scheint, ist, dass hiedurch eine Uebereinstimmung im Verhalten mit den Muskelfortsätzen in den auf den Nervenring folgenden Körperregionen nachgewiesen ist. Denn der Verlauf letztgenannter Fortsätze ist im Wesentlichen derselbe, sie gehen nämlich nicht sämmtlich nach den Medianlinien, wie dies die bisherigen Darstellungen vermuthen liessen, sondern ein ziemlicher Theil derselben

biegt sich in die Nähe der Seitenlinien, wo er mit seither übersehenen Nerven zusammentritt (s. die Fig. 1, s m Taf. VI).

Leuckart¹⁾ gibt an, dass bei *Asc. lumbricoides* im Umkreis des vorderen Pharyngealabschnittes (vor dem Nervenring) Längsmuskelfasern auf der Oberfläche des Pharynx bis zu den Lippen laufen sollen; ich habe hievon nie etwas gesehen und werde hierauf späterhin bei der Besprechung der im Umkreis des Pharynx sich findenden Ganglienzellen nochmals zurückkommen.

Nach der Schneider'schen Schilderung, der sich auch L. im Allgemeinen anschliesst, entspringen nun von dem Nervenring nach dem Kopfe zu 6 Nerven. Einmal die Seitennerven in den Seitenlinien eingebettet verlaufend und dann die Submediannerven, welche ziemlich frei auf der Oberfläche des Pharynx hinlaufen und nur von einer bindegewebigen, faserigen Hülle umgeben sind (Fig. 1, Taf. VI, s m u. s n). Von diesen 6 Nerven sind die Seitennerven die stärksten, sie enthalten die meisten Nervenfasern, es mögen deren wohl bei *Asc. lumbricoides* gut 15—20 sein. Alle diese Fasern sind zu einem Nervenstrang ziemlich dicht zusammengepackt, liegen nicht etwa im Gewebe der Seitenlinien zerstreut, wie sich dies nach den seitherigen Schilderungen des peripherischen Nervensystems der Nematoden wohl hätte erwarten lassen (Fig. 10, Taf. VII, s n). Dieser Kopfseitennerv liegt in der innern Ecke der Rückseite der Seitenlinie und lässt sich von den Lippen bis zu dem Nervenring verfolgen, von seinem weiteren Verlauf nach dem Bauchganglion zu wird späterhin die Rede sein.

Nur aus sehr wenigen Nervenfasern hingegen setzt sich jeder der Submediannerven zusammen. Diese Fasern entspringen direct aus der Vorderseite des Nervenrings zumeist in den Submedianlinien, einzelne jedoch manchmal ausserhalb derselben (Fig. 1) und zeigen in ihrem Verlauf vielfach varicöse Anschwellungen, die bald einen deutlichen Kern enthalten und dann als Ganglienzellen in Anspruch genommen werden müssen, bald jedoch auch eines Kerns entbehren. Die Durchschnitte solcher Varicositäten der Submediannervenfasern mögen es wohl gewesen sein, die Leuckart zu der oben erwähnten Angabe von Längsmuskelfasern im Umkreis des Pharynx veranlassten. Im Verlaufe der Seitennerven treten, abgesehen von der Gegend um den Nervenring, Varicositäten und Ganglienzellen kaum auf.

1) l. c. p. 28.

Beim Studium einer Serie von Querschnitten des Vorderendes einer Ascaride fällt Einem leicht auf, dass im ersten Schnitt hinter den Lippen sich um den Oesophagus eine bedeutende Zahl von Zellen findet, Zellen, die in ihrem Aussehen sich in Nichts von den ächten anderwärts vorkommenden Ganglienzellen unterscheiden und deren Fortsetzung in Fasern deutlich zu beobachten ist. In dieser Gegend ist denn auch das faserige Bindegewebe besonders reichlich entwickelt und umgibt die sämtlichen Ganglienzellen mit Hüllen, umstrickt jedoch den Oesophagus auch ausserdem in solchem Maasse, dass es einen Ring um denselben bildet, der mit den Längslinien natürlich in innigem Zusammenhang steht. Weiter nach hinten verschwindet dieser Ring allmählig und mit ihm auch die Ganglienzellen bis auf die, welche, wie schon erwähnt, mehr oder weniger zahlreich in den Verlauf der Submediannerven eingeschaltet sind. Diese Ganglienzellen um den Oesophagus dicht hinter dem Kopfe stehen nun zum grossen Theil nach hinten mit den Submediannerven in Verbindung, jedoch dürfte wohl auch ein Theil mit den Seitennerven in Zusammenhang stehen. Ein gutes Flächenpräparat dieser Gegend herzustellen ist mir leider nicht gelungen, so dass ich diese Frage nur ungenügend entscheiden kann. Die von den erwähnten Zellen nach vorn laufenden Fasern werden sich wohl ohne Zweifel zu den Papillen begeben. Auf die Versorgung der Papillen mit Nerven werde ich jedoch später zurückzukommen Gelegenheit haben. Verschiedene Beobachtungen machten es mir sehr wahrscheinlich, dass zwischen den Submedian- und den Seitennerven hie und da durch einzelne querverlaufende Fasern eine Verbindung hergestellt sei, auch sprechen dafür seitliche Fortsätze, die man an den vordern Ganglienzellen zuweilen wahrnimmt.

Es dürfte hier die beste Gelegenheit sich bieten, ein Wort über die im Umkreis des Oesophagus bei vielen Nematoden sich findenden Zellen zu bemerken. Wie bekannt finden sich diese Zellen in sehr reicher Entwicklung bei den freilebenden Nematoden, wo namentlich Eberth zuerst auf sie hingewiesen hat. Sie gruppieren sich immer mehr oder weniger entschieden um den Nervenring und schon hierdurch dürfte ihre Beziehung zu dem Nervensystem wahrscheinlich werden. Ferner ist es nicht schwer, eine ziemliche Zahl dieser Zellen in Fasern auslaufen zu sehen. Nachdem wir nun soeben gesehen haben, dass auch um den Oesophagus bei den Ascariden sich eine ziemliche Zahl von Zellen findet, die entschieden zum

Nervensystem gehören (die hinter und um den Nervenring liegenden werden wir noch späterhin zu betrachten haben), kann es nicht mehr zweifelhaft sein, dass auch die Zellen, welche sich bei den freilebenden Nematoden meist so reichlich finden, Ganglienzellen sind und zum grossen Theil dem Centralnervensystem angehören. Dass hierunter auch hie und da einige Drüsenzellen versteckt sein können, habe ich schon anderweitig hervorgehoben. Wenn es erlaubt ist, aus der mehr oder minder reichen Entwicklung der Ganglienzellen auf die Höhe der Leistungen des nervösen Apparates zu schliessen, so würde sich auch hier wieder die Erfahrung bestätigen, dass die Parasiten hinter den freilebenden Vertretern einer Abtheilung in dieser Hinsicht zurückstehen.

Gehen wir nach dieser Abschweifung wieder zur näheren Betrachtung der Seitennerven zurück. Sowohl Flächenpräparate als Schnitte ergaben, dass in die Seitennerven bei der Annäherung an den Nervenring eine Anzahl Ganglienzellen eingeschaltet sind. Dieselben setzen sich nach vorn zu Fasern der Seitennerven fort, nach hinten theilweise gleichfalls, theils geben sie jedoch auch einer zweiten Faser den Ursprung, welche in den Nervenring eintritt. Nicht sämtliche Fasern der Seitennerven treten nun in den Nervenring ein, sondern ein gutes Theil derselben läuft in etwas schief nach der Bauchseite gewendeter Richtung an demselben vorbei. Dieser ausserhalb des Nervenrings in den Seitenlinien vorbeieilende Faserzug wird verstärkt durch eine ziemliche Anzahl Fasern, die aus den hinteren Theilen des Nervenrings dicht an der Rückengränze der Seitenlinie austreten (s. Fig. 2). Kurz nachdem derselbe in dieser Weise verstärkt die hintere Grenze des Nervenrings überschritten hat, schwellen viele seiner Fasern zu Ganglienzellen an, die einen Ausläufer in der Richtung des Faserzugs weitersenden, häufig jedoch noch einen zweiten in hiezu senkrechter Richtung nach hinten abgeben. Der besprochene Nervenfasierzug jedoch wendet sich nun nicht nur immer mehr gegen die Bauchseite, sondern er läuft auch in der Seitenlinie mehr und mehr nach der Subcuticula zu, in welche eintretend er endlich in geringer Entfernung hinter dem Nervenring die Seitenlinie verlässt. Er nimmt nun seinen Weg in nach vorn concavem Bogen ausserhalb der Musculatur in der Subcuticula laufend nach der Medianlinie zu und tritt da, wo der Bauchnervenstrang aus dem Nervenring nach hinten zu entspringt, durch die Bauchlinie wieder in den Nervenring ein. Auf Fig. 3, die einen Querschnitt

der Bauchlinie unmittelbar hinter dem Nervenring darstellt, sehen wir in die Aussentheile der Bauchlinie einige Fasern des beschriebenen Zugs aus der Subcuticula eintreten, darin ihren Verlauf nach Innen nehmen und sich in den Ecken der Bauchlinie in der nächsten Nachbarschaft der durchschnittenen Fasern und Zellen des Bauchstrangs verlieren. Auf diese Verhältnisse werde ich weiter unten bei Besprechung der Nerven der Bauchlinie nochmals zurückkommen. Wenden wir vorerst unsere Aufmerksamkeit nochmals den Seitenlinien zu. Dicht bei der Stelle, wo aus dem Nervenring die Fasern ihren Austritt nahmen, welche den soeben beschriebenen Faserzug verstärkten, sieht man, etwas mehr dem Rücken zu, eine kleine Anzahl Fasern aus dem Ring in die Seitenlinie eintreten (Fig. 1 u. 2). Diese Fasern laufen dicht an der Rückengränze der Seitenlinie hin nach hinten und aussen. Verstärkt wird dieser Faserzug wahrscheinlich noch durch eine Anzahl Fasern, welche von den Ganglienzellen des ersterwähnten Faserzugs entspringen. Nachdem sich der Faserstrang so etwas weiter wie der früher erwähnte in der Seitenlinie nach rückwärts bewegt hat, tritt er gleichfalls in die Subcuticula über, jedoch nicht wie der früher beschriebene in die Subcuticula der Bauchseite, sondern die der Rückseite. Hier läuft er eine kurze Strecke schief nach hinten und dem Rücken zu, biegt hierauf etwa in der Entfernung zweier Muskelzellen von der Seitenlinie in die Längsrichtung um und setzt in der Subcuticula seinen Lauf nach hinten fort. Ein diesem Nerv ganz entsprechender findet sich jedoch auch auf der Bauchseite der Seitenlinie; er nimmt seinen Ursprung nicht von Fasern der Seitenlinie, sondern von der Medianlinie. Sein Ursprung wird daher späterhin genauer erörtert werden. Er wendet sich gleichfalls in der Subcuticula verlaufend von der Bauchseite schief nach hinten der Rückenseite zu und biegt in gleicher Höhe wie sein Partner der Rückenseite zwischen der 2. und 3. Muskelzelle von der Seitenlinie nach hinten um.

Die beiden soeben beschriebenen Nerven, welche ich die sublateralen nennen möchte, enthalten nur wenig Fasern, höchstens 4—5. Ueber ihrem Lauf in der Subcuticula lassen die Muskelzellen eine schmale Lücke, in welche sich eine beträchtliche Zahl von Muskelfortsätzen begeben, um hier an die Nerven heranzutreten. Es ist jedoch die von den sublateralen Nerven durchlaufene Körperstrecke nur eine verhältnissmässig beschränkte. Wie weit sie sich nach hinten erstrecken, vermag ich genau nicht anzugeben, jedoch fand

ich in der Leibesmitte von ihnen nichts mehr. Ihr Vorkommen dagegen scheint wenigstens unter den Ascariden allgemein zu sein, da ich sie bei sämtlichen von mir untersuchten Arten (6) dieser Familie antraf. Wir sehen demnach, dass sich bei den Ascariden, wie ich oben schon vorgreifend bemerkte, nicht sämtliche Muskelfortsätze hinter dem Nervenring zu den Medianlinien begeben, sondern auf eine gewisse Strecke hin ein Theil zu den sublateralen Nerven in die Nähe der Seitenlinien.

Wie oben schon erwähnt wurde, geben die Ganglienzellen, welche in den Verlauf der bogenförmigen Nerven in der Seitenlinie eingeschaltet sind, theilweise noch Fasern ab, die in der Seitenlinie nach hinten verlaufen; bald nach ihrem Austritt schwellen einige derselben zu Zellen an, in ihrem weiteren Verlauf entschwanden sie mir zum Theil, einige treten jedoch zweifelsohne mit grossen Ganglienzellen zusammen, die in geringer Entfernung vor der Halspapille in der Seitenlinie liegen. Zu diesen Ganglienzellen treten jedoch auch einige Fasern aus dem Verlauf des rückwärtigen sublateralen Nerven in der Seitenlinie heraus. Welchen Weg die nach hinten gerichteten Ausläufer der eben erwähnten grossen Ganglienzellen nehmen, wurde mir nicht recht klar, doch schien ihre Richtung darauf hinzudeuten, dass sie zum Theil wenigstens die Seitenlinien verlassen und sich in die Bindegewebebrücke begaben, welche die Seitengefässe nach der Bauchlinie führt, wo sie dann mit den in dieser Brücke liegenden grossen, später zu beschreibenden Ganglienzellen in Verbindung treten. Ist dies die richtige Deutung, so finden sich in der Gegend des Nervenrings also nicht weniger als drei verschiedene Commissuren zwischen den nervösen Elementen der Bauch- und Seitenlinien.

In der Gegend der soeben erwähnten grossen Ganglienzellen der Seitenlinie vor der Halspapille wird auch eine Faser deutlich, welche sich nach dieser begibt. Diese Papille wird also nicht von einem der später zu besprechenden Nerven der Subcuticula versorgt, wie Schneider vermuthete. Ueber die Halspapille hinaus sehe ich nur eine einzige Nervenfasern in der Seitenlinie nach hinten laufen, die nach kurzem Verlauf dicht zu einer von zwei, die Seitenlinie kreuzenden Fasern der Subcuticula tritt und längs derselben nach der Rückenseite hin in der Subcuticula verläuft (s. Fig. 1).

Hiermit habe ich das erschöpft, was mir über die nervösen Seitenlinien in der Kopfgegend unserer Thiere zu ermitteln gelang. Wie Schneider, habe auch ich gefunden, dass sich kein Nerven-

faserzug, auch nicht einzelne Fasern, in der Seitenlinie nach hinten jenseits der Halspapille erstrecken. Leuckart gibt nun an, dass er in sämtlichen Längslinien Nervenfasern etwa einen Zoll weit hinter das Kopfende verfolgen konnte, jedoch scheint es mir aus mehreren Gründen wahrscheinlich, dass diese Angabe auf Verwechslung der eigentlichen Nervenfasern mit andern faserartigen Gebilden der Längslinie beruht. Einmal wäre es mir sonst unerklärlich, wie Leuckart diese Fasern nur einen Zoll weit nach hinten verfolgen konnte, da man die ächten Nervenfasern bis zum After in der Bauchlinie und in der ganzen Rückenlinie immer findet, aber nur in diesen Linien. Ferner finden sich auch in der That noch Fasern in den Längslinien, auf welche die Leuckart'sche Beschreibung passt und die mich namentlich bei der Untersuchung des *Asc. megaloccephala* sehr lange täuschten. Diese Fasern haben ein glänzendes, stark lichtbrechendes Aussehen, viel geringeren Durchmesser, wie die eigentlichen Nervenfasern und färben sich mit Pikro-Karmin sehr intensiv (s. die Fig. 12 u. 13), sie finden sich gleich häufig in sämtlichen Längslinien, halten gewöhnlich die Längsrichtung ein und dürften wohl am nächsten den sogenannten elastischen Fasern verwandt sein. Sehr ähnliche Fasern finden sich auch im Oesophagusgewebe, wovon späterhin die Rede sein wird. Auch Marion will bei den freilebenden Nematoden in den Seitenlinien nach hinten laufende Nervenstämmе gefunden haben; ich habe mich schon anderweitig gegen diese Ansicht ausgesprochen und verzichte hier auf ein näheres Eingehen in die theilweise sehr incorrecten Anschauungen dieses Forschers über das Nervensystem der freilebenden Nematoden.

Wenden wir uns jetzt zu einer eingehenderen Betrachtung der nervösen Elemente der Medianlinien. Schon die älteren Forscher haben in den Medianlinien hauptsächlich die nervösen Organe der Nematoden gesucht und die spätere Zeit hat diese Ansicht, wenn auch nicht in der von der früheren geglaubten Weise bestätigt. Meissner fand bekanntlich Nervenstränge, die in den Medianlinien nach hinten laufen, verwechselte jedoch die sogenannten Muskelfortsätze mit Nerven, die er dann als seitliche Ausläufer aus diesen Längsstämmen auffasste. Schneider berichtigte diesen Gegenstand, hob auch hervor, dass die Medianlinien hauptsächlich die Nervenfasern enthalten, scheint jedoch nicht zu einer klaren Anschauung dieser Fasern gekommen zu sein, da er namentlich ihren Ursprung aus dem Nervenring nicht anzugeben im Stande ist. Von Leuckart's

Erfahrungen über die nervösen Elemente der Längslinien ist schon das Hauptsächlichste bei Gelegenheit der Besprechung der Seitenlinien mitgetheilt worden, dass er die eigentlichen Nervenfasern nicht erkannte, ergibt sich schon daraus, dass er ihren Sitz in die äussersten Partien der Längslinien verlegt, während sie, wie wir sogleich zu hören Gelegenheit haben werden, grade umgekehrt in den innersten Partien der Längslinien ihren Verlauf nehmen.

Was nun die ganglienartigen Elemente anbetrifft, die in der Gegend des Schlundrings in der nächsten Umgebung der Medianlinien ihren Sitz haben, so giebt hiervon die Schneider'sche Schilderung ein sehr gutes Bild und lässt sich hiezu nur wenig Nähere nachtragen. Betrachten wir zuerst das Verhalten des Nervenrings an der Bauchlinie. Man bemerkt hier, dass ein Theil der weiter nach dem Kopf zu gelegenen Ringfasern sich ohne Unterbrechung über die Medianlinien hin fortsetzt, dass jedoch ein hinterer Theil nach rückwärts in die Bauchlinie abbiegt und hier nach hinten längs verläuft. Zwischen den vordern über die Bauchlinie hinziehenden Fasern liegt eine auch von Schneider gefundene quergestreckte Ganglienzelle, die nach jeder Seite einen Ausläufer zwischen die Fasern des Rings hineinsendet; einen dritten Fortsatz, der nach Schneider in der Bauchlinie nach hinten laufen soll, habe ich nie gesehen. An der entsprechenden Stelle der Rückenlinie fand ich nichts von einer derartigen Zelle, die Schneider auch hier angibt. Auf dem gelungensten Flächenpräparat finde ich in der Rückenlinie zwei grössere Ganglienzellen, beide etwas nach hinten vom eigentlichen Ring gelegen, schon zwischen den Fasern des sich abbiegenden Rückennervs. Die eine dieser Zellen gibt analog, wie dies auch einige der später zu besprechenden Zellen der Bauchlinie thun, nach vorn je eine Faser jederseits in den Ring ab, die andere hingegen sendet nur einseitig eine Faser in den Ring ab; eine viel kleinere Nervenzelle liegt symmetrisch mit der soeben beschriebenen und sendet eine Faser nach vorn aus, über deren Verlauf ich jedoch nicht völlig sicher wurde. Auf der Bauchseite findet man unmittelbar hinter dem Ursprung der beiden Nervenfaserbündel, die sich aus dem Ring zur Bildung des Bauchnerven nach hinten abzweigen, und um diese Bündel eine Anzahl kleiner Ganglienzellen gruppiert (Fig. 1 u. 3); es mögen deren wohl 6 sein. Zum Theil scheinen sie unipolar und senden ihren Ausläufer nach vorn in den Ring, zwei mittlere jedoch zeichnen sich durch ihren Reichthum an Fortsätzen

aus, sie entsenden deren 4, je zwei nach hinten und vorn. Durch je einen der hinteren Fortsätze scheinen sie sich mit zwei grossen in der Mittelregion der Bauchlinie neben einanderliegenden Zellen zu vereinigen. Diese beiden Zellen (Fig. 1, x) schicken jederseits einen Fortsatz in den Nervenring und einen zweiten gleichfalls nach vorn, der sich mit dem der andern Zelle kreuzt und hierauf die schon erwähnte Verbindung mit der kleineren Ganglienzelle eingeht. Wahrscheinlich schicken die soeben beschriebenen grossen Zellen auch noch je einen Fortsatz nach hinten in den Verlauf des Bauchnerven, jedoch liess sich hiervon ein zweifelloses Bild nicht erhalten. Unmittelbar hinter der Nervenzelle liegen höchst wahrscheinlich zwei ungefähr gleich grosse, jedoch wurde mir ein genaueres Studium derselben nicht möglich. Unmittelbar an die Zellen schliessen sich nun jederseits etwa 5 ansehnlich grosse Ganglienzellen an (y), die jedoch zum grossen Theil aus der Bauchlinie hinausgerückt in der Faserbrücke, welche die Seitengefässe trägt, liegen. Dieselben senden sowohl Fortsätze nach vorn zu dem Nervenring, als auch in der Richtung der Faserbrücke wahrscheinlich zu den Seitenlinien. Letztere Möglichkeit wurde schon früher bei Besprechung der Ganglienzellen der Seitenlinien hervorgehoben, wo gezeigt wurde, dass aus den Seitenlinien wahrscheinlich Fortsätze austreten, welche die erwähnte Richtung einschlagen.

Was nun die in den Medianlinien nach hinten laufenden Nervenstämmen selbst anbetrifft, so entspringen dieselben, wie schon erwähnt aus der Hinterseite des Nervenrings mit zwei Armen, die erst eine kleine Strecke weit gesondert nach hinten laufen, sich jedoch hierauf allmählig nähern und mit einander zu einem gemeinsamen Strang vereinigen. Die beiden Wurzeln der Bauchnerven sind nun wohl ohne Zweifel die sogenannten *rami communicantes Schneider's*, deren Fortsetzung in dem Bauchnervenstamme von ihm jedoch bezweifelt wurde. Eine fortlaufende Reihe guter Schnitte lässt jedoch hierüber keine Zweifel.

Dass die Bauchlinie reicher an Nervenfasern ist als die Rückenlinie wurde von sämtlichen früheren Forschern schon betont. Die Zahl der Nervenfasern in den Medianlinien bei *Asc. lumbricoides* schien mir im Allgemeinen eine grössere zu sein als bei *Asc. megalcephala*, während bei letzterer hingegen die einzelnen Fasern beträchtlich stärker sind.

Ein weiterer Unterschied in dem Bau dieser Längsnerven bei

den genannten Nematoden scheint darin zu bestehen, dass bei *Asc. lumbricoides* die Fasern ziemlich dicht zusammengedrängt im innersten Theil der Medianlinien verlaufen, also einen deutlichen Faserstrang bilden, um welchen ein Theil des Gewebes der Längslinien eine sehr bemerkbare Scheide bildet (Fig. 7 bn u. rl). Bei *Asc. megalcephala* hingegen verlaufen die einzelnen Fasern mehr zerstreut in dem Gewebe der Medianlinien, nie sah ich sie wenigstens einen so deutlichen Strang bilden wie bei *Asc. lumbricoides* (s. Fig. 12, 13 u. 6). Bei der Färbung mit Pikrokarmine nehmen die Fasern bei ersterem Thier eine schwach röthliche Farbe an. Auf Querschnitten erscheinen sie blass, homogen oder schwach granulirt; häufig zeigen sie eine deutlich granulirte äussere Zone (Fig. 12 u. 14). Diese Zone zeigt sich auch bei der Betrachtung der Fasern von der Fläche deutlich, indem dann ein längsstreifiges, fein granulirttes Aussehen hervortritt, namentlich leicht zu sehen an den Subcuticularfasern.

Der Bauchnervenstrang ist, wie ich mich wenigstens bei *Asc. megalcephala* überzeugte, nicht völlig ohne Nervenzellen. Ein Flächenschnitt der Bauchlinie in mässiger Entfernung hinter dem Nervenring zeigte deutlich zwischen den Fasern eine längsgestreckte Ganglienzelle, welche nach hinten und vorn zu einer Faser auslief. Ähnliches sah ich auch, jedoch nicht mit derselben Sicherheit, bei *Asc. lumbricoides*. Es scheint demnach, dass einzelne Fasern des Bauchnervenstrangs hie und da zu Ganglienzellen anschwellen.

Diese Längsnervestämme in den Medianlinien sind nun von den früheren Forschern wohl gesehen und von Meissner und seinen Anhängern auch als solche bezeichnet worden. Nach Schneider und Leuckart hingegen sollen dieselben von den Muskelfortsätzen gebildet werden. Wenn man jedoch den Ursprung dieser Stränge aus dem Nervenring auf Querschnitten verfolgt und ferner die Einschaltung von Ganglienzellen in dieselben beobachtet, so dürfte wohl kein Zweifel an ihrer nervösen Natur übrig bleiben. Auch Leydig hat diese Stränge gesehen, indem er mittheilt, dass die Bauchlinie in ihren Innenpartien einen kleinzelligen Strang führe; die Querschnitte der Fasern haben hier eine Verwechslung mit Zellen hervorgerufen.

Auch bei freilebenden Nematoden habe ich mich an lebenden Thieren deutlichst von dem Ursprung dieser Längsstämme aus dem Nervenring überzeugt.

Von einem besonderen Längsstrang der Muskelfortsätze ist nichts wahrnehmbar; die Muskelfortsätze sieht man über dem Längsnervenstrang an die Medianlinie herantreten und sich unter einander vielfach netzartig vereinigen. Von einem Verschmelzen derselben mit dem Gewebe der Längslinien konnte ich mich jedoch nicht überzeugen, der Schein einer solchen Verschmelzung kann zwar leicht hervorgerufen werden durch das sich überall durchdrängende Bindegewebe. Dagegen sieht man auf guten Schnitten der Bauchlinie in den dicht unterhalb der Anhaftungsstellen der Muskelfortsätze gelegenen Partien, gewöhnlich eine oder mehrere der Nervenfasern von dem Schnitt in sehr schiefer Richtung getroffen (Fig. 13). Es halten demnach die Nervenfasern in dieser Partie der Medianlinie zum Theil ihren längsgerichteten Verlauf nicht mehr ein, sondern wenden sich in schiefer Richtung verlaufend nach den Muskelfortsätzen zu. Wenn nun auch die Vereinigung der Nervenfasern der Medianlinien mit den Muskelfortsätzen sich nicht unmittelbar beobachten liess, so scheint mir nach dem soeben Gesagten die Annahme doch sehr gerechtfertigt, dass sich einzelne der Nervenfasern aus der Innenseite der Medianlinien zu den Muskelfortsätzen begeben und mit diesen verschmelzen.

Ein derartiger Zusammenhang der Nervenfasern und Muskelfortsätze lässt jedoch die alte Streitfrage nach der Natur der sogen. Muskelfortsätze von Neuem in einem zweifelhaften Licht erscheinen. Schon Gegenbaur¹⁾ macht in seiner vergleich. Anatomie die Bemerkung, dass, da die Muskelfortsätze doch entschieden nur als leitende Apparate zu betrachten seien, ihm die Frage, ob sie Muskel oder Nerv, noch ungelöst erscheine. Auch ich kann in dieser Angelegenheit nur der Entwicklungsgeschichte in letzter Instanz das entscheidende Wort zuerkennen, dennoch muss ich vorerst aus der allgemeinen Beschaffenheit und namentlich auch der eigenthümlichen Art und Weise der Anheftung an die Medianlinien die Muskelfortsätze für Theile der Längsmuskelzellen halten, die zu eigenthümlichen Leitungsapparaten für die nervöse Reizung geworden sind.

An dieser Stelle sei es mir erlaubt, einige Worte über den Bau der Längslinien unserer Thiere einzuschalten. Das Gewebe der Längslinien ist bei *A. megalcephala* und *lumbricoides* feinkörnig faserig und ähnelt in sehr auffallendem Grade theils dem Gewebe der Sub-

1) Gegenbaur, Grundzüge der vergl. Anatomie, 2. Aufl. S. 193.

cuticula, theils dem sogen. Bindegewebe. Dennoch herrscht einige Verschiedenheit zwischen dem Gewebe der Subcuticula und dem der Längslinien, was sich hauptsächlich durch ihr verschiedenes Verhalten gegen Färbungsmittel kund gibt. Während sich durch Pikrokarmine das Gewebe der Subcuticula bei *Asc. megaloccephala* recht intensiv färbt, bleibt der grösste Theil des eigentlichen Gewebes der Längslinien schwach oder ungefärbt (Fig. 12 u. 13). Kleine Kerne, welche denen der Subcuticula recht ähnlich sehen, trifft man häufig im Gewebe der Längslinien an (Fig. 10 u. 3), dagegen war von grösseren Kernen oder Zellen bei den von mir untersuchten erwachsenen Exemplaren sehr wenig zu sehen.

Nach Leuckart sollen die Längslinien eine chitinige Hülle besitzen und eine gleichfalls aus Chitin gebildete Längsscheidewand. Von einer äusseren Umhüllung habe ich jedoch häufig gar nichts gesehen, sondern die inneren Umgrenzungen der Längslinien waren nicht selten gradezu unbestimmt zu nennen, indem sie mit dem sich vielfach ansetzenden Bindegewebe sich sehr innig vereinigen; an anderen Stellen hingegen zeigte sich äusserlich eine fasrige Umhüllung, die aus Bindegewebsfasern gebildet war. An den Seitenlinien sah ich von dieser Faserhülle auch stellenweise die Längsscheidewand Leuckart's entspringen, die aus demselben fasrigen Gewebe gebaut ist. Hie und da sind denn auch in den Seitenlinien die seitlichen Faserzüge einigermaassen deutlich, die Leuckart noch beschreibt. Unmittelbar unterhalb der Cuticula bemerkt man bei den beiden Ascariden auf Querschnitten in den Seitenlinien zwei dicht bei einanderstehende Hohlräume, die einen grossen Theil des Leibes zu durchziehen scheinen. Diese Hohlräume entsprechen wahrscheinlich ähnlichen bei einer Anzahl anderer Nematoden an der nämlichen Stelle vorkommenden, auf welche ich schon früher aufmerksam gemacht habe ¹⁾.

An den Medianlinien habe ich von der Leuckart'schen Scheidewand nichts gesehen. Nach dem soeben Angeführten scheint es mir sehr wahrscheinlich, dass sich in dem Aufbau der Längslinien nicht allein die Subcuticula, sondern in hervorragender Weise auch das sogen. Bindegewebe betheiligt. Es bliebe dann noch die Frage zu lösen, wohin ihrer Abstammung nach die grossen Zellen gehören, welche bei den meisten Nematoden Zeitlebens die Hauptmasse der

1) Zeitschrift f. w. Zoologie, Bd. XXI, p. 272.

Längslinien bilden und die auch bei unseren Ascariden im Jugendzustand sich wohl finden, dann zu Grunde gehen, während ihre Kerne allein noch ausdauern, bis diese schliesslich auch schwinden. Ein bedeutender Theil des Gewebes leitet sich demnach wohl von diesen Zellen ab, durch deren Anordnung in zwei Längsreihen in den Seitenlinien ich mir auch den Ursprung der bindegewebsfasrigen Längsscheidewand dieser Linien erkläre. Die kleinen Kerne in den Längslinien gehören jedoch bestimmt einem andern Gewebe an, wahrscheinlich einem der Subcuticula entsprechenden. Bei *Asc. labiata* fand ich nur solche kleine Kerne, jedoch in sehr zahlreicher Menge in den Seitenlinien, auch hatten dieselben hier manchmal noch ein recht deutlich zelliges Gefüge.

Im Anschluss an die Erwähnung der Seitenlinien möchte ich kurz einer Eigenthümlichkeit der sogenannten Seitengefässe gedenken. Im Grunde genommen haben die Seitengefässe eigentlich nur wenig mit den Seitenlinien zu thun, sie sind bei den verschiedenen Ascariden bald inniger bald loser mit den Seitenlinien verknüpft, bald nur sehr äusserlich durch Bindegewebsfasern denselben angeheftet (*Asc. labiata*), bald etwas mehr in dieselben eingesenkt und zwar in die erwähnte mittlere Bindegewebscheidewand. Herr Prof. Grenacher theilte mir vor einiger Zeit mündlich mit, dass er bei *Asc. lumbricoides* gefunden habe, dass das Gefäss der einen Seite eine kurze Strecke hinter dem Porus sich in eine beträchtliche Zahl kleiner Gefässe auflöse, die jedoch bald wieder zu einem Gefäss zusammentreten. Diese auffallende Erscheinung habe ich an meinen Schnitten zu bestätigen vermocht und in Fig. 16 wiederzugeben versucht. Es ist nicht das gesammte Gefäss, das zerfällt, sondern nur der innere Hohlraum, indem zugleich der Querschnitt des ganzen Gefässes bedeutend zunimmt. Auffallend war mir die eigenthümliche, körnigfaserige Structur der Seitengefässe auf dem Querschnitt, wozu sich häufig ein etwas strahliges Aussehen gesellt.

Schliesslich möge hier noch eine kurze Bemerkung zur Kenntniss der Muskelstructur unserer Thiere Platz finden. Ich habe früherhin schon mehrfach darauf hingewiesen, dass die sogenannten Fibrillen der contract. Substanz unserer Thiere sich aus feinen Körnchen aufbauen und habe dies nun auch durch das Bild, welches sehr feine Querschnitte der Ascaridenmuskeln zeigen, bestätigt gefunden. Man sieht an einem derartigen Querschnitt, dass auch nach dem Innern des Muskels zu die Fibrillen sich aus solchen Körnchen aufbauen

und bemerkt gleichzeitig recht häufig ein allmähliges Zusammenfließen zweier benachbarter Fibrillen. In der Mitte zwischen je zwei Fibrillen liess sich zuweilen recht deutlich eine blasse Linie bemerken (s. Fig. 15).

Wenden wir uns nun zu der Betrachtung des nervösen Apparates im Hinterende unserer Thiere. Leider mus ich hier mehrere Punkte zweifelhaft lassen, welche ich gerne erledigt hätte, doch bleibt auch hier Einiges von Interesse nachzutragen. Sowohl Meissner als Walter wollen Schwanzganglien in der Gegend des Afterdarms gefunden haben, Schneider beschreibt hiervon nichts, dagegen hat Leuckart in dieser Gegend wieder Ganglienzellen bei *Asc. lumbricoides* aufgefunden. Letzteres vermag ich zu bestätigen. Beim Weibchen und Männchen finden sich etwa auf der Grenze des After- und Chylusdarms Ganglienzellen in der Bauchlinie, beim Weibchen spärlicher, beim Männchen zahlreicher (Fig. 4 u. 5). Da der so sehr verschiedene Bau des männlichen und weiblichen Schwanzendes auch bedeutende Verschiedenheit des Nervensystems in diesen Gegenden mit sich bringt, so möchten wir beide Geschlechter gesondert betrachten. Nach Schneider's Erfahrungen theilt sich der Bauchnervenstrang in der Höhe des Enddarms beim ♀ in zwei Aeste, die zu den Seitenlinien laufen und die beiden seitlichen Schwanzpapillen des Weibchens versorgen sollen. Hiermit würde übereinstimmen, dass ich hinter den nervösen Ganglien in der Bauchlinie nichts mehr von Nervenfasern sah, während sich Fasern in der Rückenlinie bis zur Schwanzspitze verfolgen lassen. Dagegen gelang es mir auf Querschnitten nicht, die aus der Theilung des Bauchstrangs hervorgehenden Aeste aufzufinden. Dass dieselben jedoch vorhanden sind, ist mir nicht zweifelhaft, da man in der Schwanzgegend wieder Nervenfasern in den Seitenlinien bemerkt, die nur von der Bauchlinie her stammen können. Da man jedoch auch Nervenfasern in den Seitenlinien der Weibchen noch vor dem Enddarm wahrnimmt, so scheint es, dass auch hier analog den Verhältnissen beim Männchen Fasern in dem Schwanztheil der Seitenlinien nach vorn aufsteigen. Uebrigens ist die Zahl der von mir in den Seitenlinien des Weibchens bemerkten Nervenfasern nur eine verhältnissmässig sehr geringe, auch habe ich nichts von Ganglienzellen wahrgenommen, deren Vorhandensein doch Schneider angibt. Das Vorkommen von Ganglienzellen an dieser Stelle ist wegen der Analogie mit den beim Männchen sich findenden Verhältnissen sehr wahrscheinlich, meine

hiergehörigen Präparate sind leider nicht so gut ausgefallen, dass sie eine sichere Entscheidung zuliessen.

Einigermassen besser gelang es, die Verhältnisse im männlichen Schwanzende aufzuklären. Nach den Angaben Schneider's findet sich hier ein ansehnlicher Nerv in den Seitenlinien, der sich von dem Beginn der sogenannten Bursalmuskeln ab nach hinten verfolgen lässt, er nennt denselben den Nervus bursalis und gibt an, dass jeder derselben die Papillen seiner Seite versorge. Dieser Nerv nun ist auf Querschnitten meist sehr deutlich wahrzunehmen, er verläuft in der Bauchhälfte der Seitenlinien als ein ziemlich compacter Strang von Fasern (Fig. 7). Die Zahl seiner Fasern wird von Schneider nur auf 6—7 angegeben, dieselbe beträgt jedoch wenigstens bei *Asc. lumbricoides* viel mehr, wohl gut das Doppelte in dem grössten Theil seines Verlaufs. Der Rückseite dieses Nervenstrangs liegen nun eine sehr ansehnliche Menge Ganglienzellen an, die nach auswärts in die Seitenlinie Fortsätze senden, wahrscheinlich in der Subcuticula der Bauchlinie zueilen. Sämmtliche Fasern, die ich von den Seitenlinien aus in die Subcuticula eintreten sah, entsprangen von solchen Zellen (Fig. 11). Dieselben scheinen sich in der ganzen Ausdehnung des Nervenstrangs in ähnlicher Weise zu finden. Ihre in die Subcuticula eintretenden Fortsätze versorgen nun die Papillen, eine Anzahl derselben geht jedoch auch, wie Schneider hervorhebt, direct zur Bauchlinie, um in dieselbe einzutreten, und zwar sollen solche Fasern sich namentlich dicht vor dem After zahlreich finden. Leider sind die Flächenpräparate, welche ich zur Aufklärung dieses Verhältnisses anfertigte, nicht in der gewünschten Weise ausgefallen, so dass ich hierüber nichts entscheidendes bemerken kann. Jedenfalls hat jede der Ganglienzellen der Seitenlinien wenigstens noch einen Ausläufer, der zur Bildung des Längsstrangs beiträgt. Untersucht man die Bauchlinie des Männchens, so findet man in der Höhe des Enddarmansfangs eine recht ansehnliche Zahl von Ganglienzellen in derselben, von welchen unzweifelhaft Fortsätze abgehen, die in die Subcuticula eintreten und zu den Seitenlinien verlaufen; es kann daher wohl als sehr wahrscheinlich betrachtet werden, dass zwischen den sogenannten Bursalnerven und dem Bauchnerven ein ähnliches Verhältniss besteht, wie dies oben für den Bauchnerven (oder Nervenring) und den Seitennerven durch Vermittlung der bogenförmigen Commissur zu Stande kam. Es wäre hiernach, wie Schneider schon vermuthete, der Bursalnerv als ein n. recurrens

zu betrachten. Immerhin bleiben zur Lösung dieser Frage noch weitere Beobachtungen nothwendig und zweifle ich nicht, dass sich auch hier mit ausreichendem Material und bei richtiger Behandlungsweise die Lösung bald finden wird.

Es blieben mir nun vorerst noch einige Worte zu bemerken über die sensitiven Fasern der Subcuticula, die Schneider gefunden hat. Diese Fasern sind bekanntlich von Leidig für gefässartige Bildungen erklärt worden; Leuckart hat sich in seinem Parasitenwerk über dieselben nicht näher ausgesprochen. Auch ich war eine Zeit lang zweifelhaft, ob dieselben wirklich für Nerven angesprochen werden dürfen, glaube mich jedoch späterhin überzeugt zu haben, dass man es hier wirklich mit Nerven zu thun hat. Wie Schneider entgegen seinen früheren Angaben in seiner Monographie mittheilt, habe auch ich gefunden, dass die Fasern die Seitenlinien stets durchsetzen, auch habe ich deutlichst Kreuzungen der beiden gewöhnlich zusammen verlaufenden Fasern beobachtet, eine Erscheinung, die jedoch wohl ohne besondere Bedeutung ist. Die Theilung einer Faser in zwei Aeste wurde gleichfalls beobachtet. Das Aussehen der Fasern ist in guten Präparaten feinkörnig faserig, eine Eigenthümlichkeit, welche den Nervenfasern unsrer Thiere allgemein zuzukommen scheint. Wenn es mir nun auch nicht zweifelhaft ist, dass wir es hier mit Nervenfasern zu thun haben, so scheint es mir doch nicht grade sehr wahrscheinlich, dass dieselben einen wesentlichen Theil des sensitiven Nervensystems unsrer Thiere bildeten, indem wohl ziemlich allgemein bis jetzt wenigstens als sensible nervöse Elemente nur Faserenden entdeckt worden sind und nicht Nervenschlingen, wie es hier doch der Fall wäre. Da wir auch anderwärts, sowohl in der Gegend des Nervenrings als des Afters reichliche Verbindungsstränge zwischen den Seitenlinien und der Bauchlinie in der Subcuticula hinstreichen sehen, so dürfte es wahrscheinlicher sein, dass diese Nervenfasern der Subcuticula nur Verbindungsfasern der Nervenstränge der Medianlinien sind, obgleich es zwar bis jetzt schwer hält den Sinn einer solchen Einrichtung einzusehen.

Das Hervortreten der Nervenfasern an die Papillen liess sich am besten an den Schwanzpapillen des Männchens studiren, ich habe mich hier wie Schneider überzeugt, dass jede Papille durch eine Nervenfaser versorgt wird. Im Allgemeinen beobachtete ich hier dasselbe, was Schneider auch schon wahrgenommen, dass nämlich der Nerv an die etwas dunkelgefärbte, feinkörnige Pulpa herantritt

und sich in derselben auflöst. Ich muss jedoch dieses Verhalten in etwas andrer Weise verstehen, indem ich aus demselben schliesse, dass die sogenannte Pulpa das kolbig angeschwollene Ende der Nerven-faser ist, eine Art nervösen Endorgans, welches durch die Papille zu Tage tritt. Hiezu glaube ich mich hauptsächlich dadurch berechtigt, dass diese Anschwellung keineswegs nur auf das Innere der eigentlichen Papille beschränkt ist, sondern sich meist ziemlich weit hinter dieselbe fortsetzt, um ganz allmählig in die gewöhnliche Nerven-faser überzugehen (s. Fig. 18). Hieraus erhellt, dass das Ende des Nerven zu einem Kolben anschwillt, der mit seiner Endspitze durch die Cuticula zu Tage tritt, äusserlich nur von einem äusserst zarten Chitinhäutchen bedeckt (Fig. 19). Aehnlich scheinen die Verhältnisse an der Halspapille zu sein, wie aus der Fig. 1, p hervorgeht. In Betreff der Mundpapillen bin ich leider nicht ins Reine gekommen, doch muss es nach den an den Schwanzpapillen gemachten Erfahrungen für das Wahrscheinlichste gehalten werden, dass je eine Mundpapille auch nur von einer Nervenfasern versorgt wird, und fragt es sich dann sehr, welchen Zweck die zahlreichen Fasern haben, welche in den Seiten- und Submedianlinien von dem Nervenring nach vorn laufen. Einige dieser Fasern mögen immerhin noch zur Versorgung des Oesophagus dienen, in welcher Weise, ist zwar bis jetzt nicht ersichtlich, eine grössere Zahl hingegen dürfte vielleicht nur den Zweck haben, die um den vordersten Theil des Oesophagus gelegenen Ganglienzellen mit dem übrigen Theil des Centralnervensystems in Verbindung zu setzen.

Nachdem ich so dasjenige, was mir über das Nervensystem der genannten Ascariden zu ermitteln gelang, hier mitgetheilt habe, dürfte es sich vielleicht empfehlen die Grundzüge des hieraus sich ergebenden Baues dieses Organsystems nochmals in Kürze zu recapituliren.

Wir finden also um den Oesophagus in geringer Entfernung hinter dem Kopfende einen aus Nervenfasern bestehenden Ring, von welchem nach vorn 4 Nerven in den Submedianlinien entspringen, nach hinten entspringen aus ihm die Nerven der Medianlinien, von welchen wenigstens der Bauchnerv mit zwei deutlichen Wurzeln seinen Ursprung nimmt. Mit den Wurzeln des Bauchnervs entspringt

jederseits der Bauchlinie noch ein zweiter Nerv aus dem Ring, der in der Subcuticula verlaufend sich zur Seitenlinie wendet, in dieser ausserhalb des Nervenrings nach vorn streicht, jedoch auch durch aus dem Nervenring austretende Fasern verstärkt wird. Zahlreiche Ganglienzellen sind in den Verlauf dieses Nerven in der Seitenlinie eingeschaltet, verlieren sich jedoch in geringer Entfernung vor dem Nervenring. Nach vorn lässt sich dieser Nerv bis zum Ursprung der Lippen verfolgen und seine Fasern treten sehr wahrscheinlich mit einem Theil der um den Oesophagus anfang lagernden Ganglienzellen in Verbindung. Mit solchen Zellen verbinden sich jedenfalls auch die Submediannerven, in deren Verlauf überhaupt zahlreiche Ganglienzellen eingeschaltet sind. Um die Wurzeln des Bauch- und Rückenervs liegen eine Anzahl Ganglienzellen, mehr auf der Bauch- als Rückenseite und eine weitere ziemlich ansehnliche Zahl grosser Zellen findet sich in der Gefässbrücke. Diese Zellen senden Ausläufer nach dem Nervenring, die ersteren wahrscheinlich auch nach hinten in die Medianlinien, die letzteren hingegen nach den Seitenlinien, wo sie mit dort befindlichen Ganglienzellen in Verbindung treten.

Von den Wurzeln des Bauchnerven zweigt sich nach jeder Seite noch ein Nerv ab, der seinen Verlauf in der Subcuticula nimmt und schliesslich als der bauchständige der oben beschriebenen sublateralen Nerven nach hinten verläuft. Der entsprechende rückenständige Nerv nimmt seinen Ursprung in der Seitenlinie aus dem Nervenring. Im Verlauf des Bauchnerven finden sich vereinzelt Ganglienzellen.

Etwa mit Beginn des Enddarms theilt sich nach Schneider beim ♀ der Bauchnerv in zwei Aeste, die in der Leibeshöhle verlaufend sich nach den Seitenlinien wenden und in diesen nach hinten laufen. An der Theilungsstelle findet sich eine mässige Anzahl (höchstens 3—4) ansehnlicher Ganglienzellen in der Bauchlinie. Nach meinen Erfahrungen müssen jedoch eine Anzahl Fasern der beiden Aeste in den Seitenlinien auch nach vorn laufen. — Der Rückenerv lässt sich bis zur Schwanzspitze verfolgen.

Beim Männchen findet sich wahrscheinlich dieselbe Theilung des Bauchnerven und das an der Theilungsstelle befindliche Ganglion ist bedeutend zellenreicher. Die Aeste der Bauchnerven laufen hier jedoch in den Seitenlinien als sehr ansehnliche Nerven auch nach vorn so weit die Bursalmuskeln reichen. Diese Fasern treten mit

zahlreichen, dem Nerv in seiner ganzen Länge aufliegenden Ganglienzellen in Verbindung, welche Fortsätze aussenden, die sich zu den männlichen Papillen begeben. Auch beim Männchen läuft der Rückennerv bis zur Schwanzspitze.

Bauch- und Rückennerv stehen in ihrem gesammten Verlauf durch in der Subcuticula gewöhnlich paarweise verlaufende Nervenfasern in Verbindung, die bald das eine bald das andere Seitenfeld kreuzen. Diese Fasern sind am zahlreichsten im Vorder- und Hinterende.

Am Ende dieser Abhandlung seien mir noch einige kurze Bemerkungen über gewisse Bauverhältnisse des Schwanzendes und Schlundes unserer Thiere gestattet.

Schnitte durch das weibliche Schwanzende hinter dem After lehren, dass hier die Leibesmusculatur eine bedeutende Reduction erfahren hat, denn nur auf der Rückseite lässt sich eine, den Raum zwischen der Rücken- und den Seitenlinien völlig ausfüllende Musculatur bis zur Schwanzspitze verfolgen; auf der Bauchseite hingegen bemerkt man nur mitten zwischen der Bauch- und Seitenlinie je eine ansehnliche grosse Muskelzelle (Fig. 8, z), die sich nach hinten bis in die Schwanzspitze verfolgen lässt. Eigenthümliche faserartige Fortsätze, welche sich von dieser Zelle nach der Bauchlinie begeben, vermag ich nicht zu deuten. Der Hohlraum des Schwanzes wird ausserdem jedoch von zwei Arten von Muskelfasern durchzogen, einmal dorsoventralen, die jederseits neben der Rückenlinie entspringen und sich neben der Bauchlinie anheften (x) und dann lateroventralen, die von den rückwärtigen Theilen der Seitenlinien ihren Ursprung nehmen und sich etwas ausserhalb der erstgenannten Muskeln zu den Seiten der Bauchlinie inseriren. Beide Fasersysteme sind selbstständige Muskeln, nicht etwa Fortsätze von Längsmuskelfasern; sie inseriren sich in der von Leuckart für diese Art von Muskeln bei unseren Thieren hervorgehobenen Weise. Es fahren nämlich an ihren Enden die Fibrillen pinselförmig auseinander, dringen in die Subcuticula ein, um sich, wie es scheint, direct an die Cuticula festzuheften. Marksubstanz und Kern lassen sich an diesen Muskeln nachweisen.

In der Gegend des Afters und mit Beginn des sogenannten End-

darmes verschwinden die dorsoventralen Muskeln (x), während die lateroventralen sich noch verfolgen lassen, so weit der Enddarm reicht, auf dessen Rückenseite sie sich nun inseriren. Die grosse Muskelzelle, welche sich allein auf der Bauchseite hinter dem After wahrnehmen liess, kommt mit Beginn des Afterdarms auf dessen Rückenseite zu liegen; aus diesem Verhalten der Muskeln y und z zu dem Enddarm im Verein mit dessen ganzer Bauweise scheint mir, wie dies Schneider auch schon angibt, vollständig erwiesen, dass der Enddarm nichts weiter als eine Einstülpung der gesammten Haut ist. Leuckart gibt von dem Weibchen des *Asc. lumbricoides* an, dass sich ein Enddarm gar nicht finde, bei *Asc. megalocephala*, wo ich diese Verhältnisse näher studirte, ist derselbe jedenfalls in bester Entwicklung vorhanden. Von der Afterregion nach vorn zu treten mehr und mehr neue Längsmuskeln auf der Bauchseite auf, so dass die Muskulatur der Bauchseite etwa mit dem Beginn des eigentlichen Darmes eine ebenso reichliche Entwicklung besitzt, wie die der Rückenseite.

Um den Beginn des eigentlichen Darmes bemerkt man deutlich den schon von Schneider beobachteten sphincterartigen Muskel, der mit einer nach aussen liegenden Marksubstanz ausgestattet ist. Dicht oberhalb desselben beginnt jedoch ein System von Muskelfasern von sehr eigenthümlichem Verlauf. Je zwei derartige Fasern entspringen jederseits der Medianlinien und begeben sich in ziemlich gestrecktem Verlauf zu dem Darm, an welchen sie sich mit Hülfe von Bindegewebsfasern anheften, endigen hier jedoch nicht, sondern laufen längs des Darms bis zu den Seitenlinien, um sich unter fast rechtem Winkel abbiegend an die bauch- resp. rückwärtigen Theile derselben zu inseriren. Diese Fasern sind nicht etwa Muskelfortsätze, sondern selbstständige Muskeln mit Marksubstanz und Kern; wie weit sie den Darm nach vorn begleiten, vermag ich nicht mit Sicherheit anzugeben, jedenfalls scheinen sie bald wieder zu verschwinden. Die Längsmuskulatur des Darmes ist auf dem in Fig. 6 abgebildeten Querschnitt gut sichtbar und in Betreff ihrer scheint mir die Schneider'sche Ansicht, dass sie nämlich von Fortsätzen der Leibesmuskulatur gebildet werde, die wahrscheinlichste. Nicht weit vor seinem Hinterende tritt der Darm in directe Verbindung mit den Seitenlinien.

Ueber das männliche Schwanzende will ich hier nur bemerken, dass ich mit Leuckart übereinstimme, wenn er die sogenannten Bursalmuskeln des Männchens für selbstständige Muskelfasern erklärt;

Schneider beschreibt sie als Fortsätze der Bauchmuskulatur, was entschieden unrichtig ist (s. Fig. 7). Die Insertion dieser Muskeln geschieht genau in derselben Weise, wie dies oben schon von den Muskeln des weiblichen Schwanzendes bemerkt wurde.

Von Schneider wurde schon gezeigt, dass der Oesophagus vieler Nematoden ausser den radiären Fasern, aus welchen sich derselbe hauptsächlich aufbaut, auch längsverlaufende Fasern enthält. Bei *Asc. megalcephala* traf er dieselben namentlich in einer Zone dicht unter der Oberfläche des Oesophagus. In den Ecken des Dreiecks des inneren Chitinrohrs sollen je zwei grössere derartige Fasern stehen. Die ersterwähnte Zone von Längsfasern finde ich nun in gleicher Weise, statt der zwei grössern Fasern, in den Ecken jedoch je zwei Reihen ähnlicher Fasern, wie in der äussern Zone. In ihrer Beschaffenheit scheinen diese Fasern sich von Muskelfibrillen beträchtlich zu entfernen, sie haben nämlich stets ein sehr glänzendes homogenes Aussehen und färben sich mit Pikrokarmine sehr intensiv, während die radiären Fibrillen von diesem Farbstoff nur sehr schwach tingirt werden. Dagegen scheinen diese Längsfasern identisch zu sein mit den früher erwähnten eigenthümlichen Längsfasern der Längslinien. Beide dürfen wohl zu den sogenannten elastischen Fasern gehören, deren reichliches Vorkommen im Oesophagus und den Längslinien für den Mechanismus der Bewegungsvorgänge in und am Leibe unserer Thiere von hoher Bedeutung wäre.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VI und VII.

Tafel VI.

- Fig. 1. Ein Theil des Leibesschlauchs von *Ascaris lumbricoides* aus der Gegend des Nervenrings nach Entfernung des Oesophagus ausgebreitet und von Innen betrachtet. Man überblickt die eine der Seitenlinien *se*, die Bauchlinie *bl* und die Rückenlinie *rl*. *sn* der Seitennerv, *sm* die Submediannerven, *bn* der Bauch- und *rn* der Rückennerv. *sm'* Die sublateralen Nerven; *nr* der Nervenring, welcher über der Seitenlinie beim Ausbreiten gerissen ist. *p* Die Halspapille.
- Fig. 2. Querschnitt einer Seitenlinie von *Asc. lumbricoides*, derselbe trifft noch die hintern Theile des Nervenrings *nr*, zeigt den Zusammenhang des Seitennerven mit dem Ring und eine Faser des rückwärtigen sublateralen Nerven.

- Fig. 3. Querschnitt der Bauchlinie von *Asc. lumbricoides* dicht hinter dem Ursprung der Bauchnervenwurzeln aus dem Nervenring. In den Seitenpartien sieht man Fasern des Seitennervs eintreten und dicht unterhalb der Cuticula den Ausführungsgang der Seitengefässe.
- Fig. 4. Querschnitt durch die Bauchlinie von *Asc. megalocephala* ♀ bei der Höhe des Enddarmanfangs mit einer Ganglienzelle des Analganglions.
- Fig. 5. Querschnitt durch die Bauchlinie des ♂ von *Asc. lumbricoides* in der Gegend des Enddarms, Zellen des Analganglions und in die Subcuticula eintretende Nervenfasern zeigend.

Tafel VII.

- Fig. 6. Querschnitt eines ♀ von *Asc. megalocephala* dicht vor dem Hinterende des Darms, d Darm, se Seitenlinie, be Bauch- und rl Rückenlinie.
- Fig. 7. Querschnitt eines ♂ von *Asc. lumbricoides* in geringer Entfernung vor dem Hinterende des Darms, vd Samenleiter, mb Bursalmuskeln, ms Muskeln der Spiculi, bn Bauchnerv und n Bursalnerv.
- Fig. 8. Querschnitt des ♀ von *Asc. megalocephala* hinter dem After.
- Fig. 9. Querschnitt durch *Asc. labiata* dicht hinter den Lippen, oph. Oesophagus; g das unpaare Seitengefäss, welches hier dicht hinter der Kopfspitze ausmündet.
- Fig. 10. Querschnitt der Seitenlinie von *Asc. lumbricoides* etwas vor dem Nervenring; sn der Seitennerv.
- Fig. 11. Ein kleines Stück des Bursalnerven von *Asc. lumbricoides* in der Fläche gesehen mit den ihm aufliegenden Ganglienzellen und ihren Fortsätzen in die Subcuticula der Bauchseite.
- Fig. 12 u. 13. Querschnitte durch die Bauchlinie von *Asc. megalocephala* in geringer Entfernung hinter dem Nervenring.
- Fig. 14. Querschnitt des Nervenrings von *Asc. megalocephala* in der Nähe der Seitenlinie.
- Fig. 15. Querschnitt einer Muskelzelle von *Asc. lumbricoides*.
- Fig. 16. Querschnitt des Seitengefässes von *Asc. lumbricoides* an der Stelle, wo sein innerer Kanal in eine grössere Anzahl kleiner Kanäle zerfallen ist.
- Fig. 17. Querschnitt durch den Oesophagus von *Asc. megalocephala*.
- Fig. 18 u. 19. Querschnitt durch Papillen des männlichen Schwanzendes von *Asc. lumbricoides*.