

Untersuchungen über die Stützsubstanzen des Nervensystems, nebst Erörterungen über deren histogenetische und phylogenetische Deutung.

Von

Priv.-Doc. Dr. med. Heinrich Joseph,

Assistenten am II. zoologischen Institut der Universität Wien.

(Mit 4 Tafeln und 2 Text-Abbildungen.)

Anlass zu den Untersuchungen, welche mit Unterstützung der „Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen“ angestellt wurden und deren Ergebnisse ich im Vorliegenden mittheile, gab eine ganz zufällige Entdeckung, die ich im Anfange des Jahres 1898 machte. Um mich mit der Technik der HEIDENHAIN'schen Eisenhämatoxylinmethode vertraut zu machen, untersuchte ich mittels derselben Gewebe verschiedener Thiere, hauptsächlich das Nervensystem von Anneliden. Nebenbei verfolgte ich den Zweck, in den Ganglienzellen der betreffenden Thiere Centrosomen und Sphären nachzuweisen, wozu ich durch einige hierauf bezügliche und um die damalige Zeit erschienene Angaben angeregt worden war. Gerade bei *Lumbricus* gelang mir dies in ausgezeichneter Weise, wie ich dies auch seinerzeit in einer kleinen Mittheilung beschrieben und abgebildet habe. An denselben Präparaten liess sich jedoch noch eine weitere interessante Beobachtung machen; es erschien nämlich zwischen den nervösen Elementen des Cerebralganglions und des Bauchmarkes das Faserwerk der Neuroglia in solch prägnanter und, wie mir schien, vollkommener Weise schwarz gefärbt, dass meine Vorstellungen, die ich bisher von diesem Structurbestandtheil des Nervensystems hatte, wesentlich hievon beeinflusst wurden. Persönlicher Verhältnisse halber konnte

ich meine darauf gerichteten Untersuchungen nicht weiter ausdehnen, erst im Anfange des Jahres 1899 wurden dieselben wieder aufgenommen. In einer vorläufigen Mittheilung habe ich einen der Hauptpunkte, nämlich die faserige Natur der Neuroglia betont und auf den Parallelismus mit der Neuroglia der Vertebraten hingewiesen. Dieser Schritt wurde wesentlich erleichtert durch die damals erschienene Arbeit ERIK MÜLLER'S über das Verhalten der Neuroglia bei den verschiedenen Vertebratentypen, von Amphioxus angefangen. Auch in der Frage nach der Zugehörigkeit der Gliafasern zu Zellen konnte ich damals im Sinne E. MÜLLER'S Stellung nehmen, ebenso, was die Vergleichung dieser Stützsubstanz mit anderen faserigen Protoplasmadifferenzierungen betrifft.

Ich werde im wesentlichen die bei Anneliden gemachten Beobachtungen hier mittheilen und auf die Darstellung der Verhältnisse bei anderen Wirbellosen verzichten, da auf meine ersten, an *Lumbricus* gemachten Befunde hin einige Herrn in unserem Laboratorium es unternommen haben, die Stützsubstanzen im Nervensystem anderer Wirbellosen mit den von mir verwendeten Methoden zu untersuchen, so Herr Dr. v. MACK bei *Sipunculus*, Herr HALPERN bei *Astacus*.

Ueber die Stütz- und Hüllsubstanzen des Nervensystems bei Anneliden, jenen Objecten, auf die sich vor allem meine grundlegenden Beobachtungen und weiteren Erörterungen stützen, ist bereits früher viel gearbeitet und veröffentlicht worden. Vieles von dem, was ich vorbringen werde, wird sich dementsprechend als eine Wiederholung älterer Angaben, so von ROHDE, HALLER, WAWRZIK und anderen herausstellen. Da aber die Untersuchungen dieser früheren Autoren durchwegs noch nach Methoden angestellt wurden, die im Vergleiche zu den heutigen als einigermaßen unvollkommen zu bezeichnen sind, wird sich im Detail betreffs vieler Punkte mancherlei Anlass zu Differenzen ergeben.

In erster Linie ist es die HEIDENHAIN'sche Eisenhämatoxylinfärbung, welche mit wünschenswerthester Deutlichkeit Strukturverhältnisse scharf hervorzuheben imstande war, die früher an weniger specifisch und distinct gefärbten Präparaten (auch ich verfüge aus meiner ersten Studienzeit her über Erfahrungen an solchen) nur schwer zu entwirren waren und vielfach auch unrichtig und unvollkommen erkannt wurden. Trotz der bereits vorliegenden Literatur konnte ich mir z. B. an Carmin- und auch an anderen Präparaten niemals eine bestimmte

Anschauung über den Bau der nervösen Stützsubstanzen machen und erhielt vielmehr den Eindruck, dass auf Grund der betreffenden Bilder eine wirklich objective Darstellung nicht möglich sei. Dies beweist schon zur Genüge die beträchtliche Differenz, die z. B. zwischen ROHDE und HALLER in Bezug auf den Bau der centralen Nervensubstanz herrscht. Erst eine ganz scharfe färberische Hervorhebung kann derartige Fragen lösen. Ich will mir nicht anmassen, durch die Technik meiner Präparate die Lösung wirklich bewerkstelligt zu haben, da ich einerseits zum Theile auf dem Boden anderer weiterbaue, zum Theile aber, wie aus meiner Beschreibung noch hervorgehen wird, durchaus keine erschöpfende Darstellung geben kann. Ja, über manche Punkte bin ich noch ebenso im Zweifel wie vorher. Denn die Substanz, der vor allem folgende Ausführungen gewidmet sein sollen, scheint mir durchaus nicht die einzige im Centralnervensystem vorhandene Stützsubstanz zu sein, nur bin ich heute leider noch nicht in der Lage, mir von der anderen eine ebenso klare Vorstellung zu bilden wie von ersterer. Das von mir studirte Stützgewebe ist hauptsächlich charakterisirt durch ein specifisch in ihm zur Entwicklung kommendes Structurelement, das wir in Analogie mit den Wirbelthieren als Gliafaser bezeichnen wollen und das sich durch eine spezifische Färbbarkeit vor der Umgebung auszeichnet. Es wird sich darum handeln, die Beziehungen dieser Fasern zu Zellen zu ermitteln und sich überhaupt über ihre Eigenschaften als Zellbestandtheil, resp. -differenzirung, auch auf dem Wege der Vergleichung mit anderen Geweben zu orientiren. Wenn ich von einer specifischen Färbbarkeit spreche, so thue ich dies immer nur mit einem gewissen Vorbehalt, der die Annahme einer bestimmten chemischen Reaction bei einem solchen Färbvorgang ausschliesst, sich aber doch das Recht wahren will, aus constant unter gewissen Bedingungen wiederkehrenden Färbungseffecten einige nicht allzuweit gehende Schlüsse auf das stoffliche Verhalten der betreffenden Substanz zu ziehen. Ich habe diesen Standpunkt bereits bei früherer Gelegenheit ausführlicher klargelegt¹⁾, und glaube, dass hiegegen sich kaum ein ernstlicher Einwand wird erheben lassen.

Was das verwendete Material betrifft, so habe ich leider hier einen Fehler einzugestehen, der im Interesse der Vollständigkeit und Genauigkeit meiner Angaben hätte vermieden werden sollen.

¹⁾ H. JOSEPH, Einige anatomische und histologische Notizen über Amphioxus. Arbeiten aus den zoolog. Instituten der Universität Wien und der zoolog. Station in Triest, Bd. XIII, 1901.

Vorwiegend stets mich auf histologischem Gebiete bewegend, bin ich, was Systematik betrifft, weder mit besonderer Vorliebe, noch ausgedehnten Kenntnissen in dieser Beziehung ausgestattet. So habe ich es versäumt, bei vielen Objecten vor der Tödtung und weiteren histologischen Verarbeitung eine genaue Artbestimmung vorzunehmen, welche Unterlassung nachher nicht mehr gut zu machen war. Es ist mir dies umso bedauerlicher, als gerade bei Regenwürmern sich die Artverschiedenheiten vielfach auch im feineren und feinsten Bau der Gewebe geltend machen, also an gewissen Arten in vorzüglicher Weise Verhältnisse zur Beobachtung gelangen können, die man anderwärts vergebens sucht. Ich selbst habe meine Nachlässigkeit schwer gebüsst, indem ich eine mir besonders interessante und werthvolle Species, die ich schon vor mehreren Jahren gesammelt und in Paraffin eingebettet hatte, mangels näherer Charakteristik nicht mehr wieder erlangen konnte. Leider mangelt mir jetzt die Zeit zu weiteren diesbezüglichen Nachforschungen, die bei genügender Ausdauer zum Ziele führen müssten. Trotzdem glaube ich, dass meine Mittheilungen, wenn ihnen überhaupt von den Fachgenossen ein Werth zugesprochen wird, an diesem Werthe keine oder nur geringe Einbusse durch meine Indolenz gegenüber der Systematik erleiden werden. Denn ganz grundsätzliche Verschiedenheiten haben sich zwischen verwandten Species nicht ergeben, und ich selbst verfolge in meiner Beschreibung viel weniger den Zweck einer detaillirten Darstellung der bei verschiedenen Arten vorwaltenden Eigenthümlichkeiten, als den, ganz im allgemeinen an der Hand von einigen ausgewählten Beispielen gewissen histologischen und histogenetischen Fragen näher zu treten.

Ich untersuchte einige Lumbricinenarten, einen leider auch nicht näher bestimmten Enchytraeiden, die Polychaeten *Sigalion squamatum*, *Sthenelais dendrolepis*, *Nereis diversicolor*. Das Oligochaetenmaterial stammt aus Prag und aus Wien, die Polychaeten aus Triest und Neapel. Einige andere Thiere, auf welche ich mich vergleichsweise berufen werde, werden an passender Stelle genannt.

Die Behandlung des Materials geschah nach sehr verschiedenen Methoden; nicht jede davon leistete an den verschiedenen Objecten dasselbe. Die Regenwürmer, überhaupt die Oligochaeten, gaben tadellose Bilder fast nur bei Conservirung in Sublimat-Kochsalzlösung. Das verlässlichste Merkmal einer guten Erhaltung war es, wenn die Querschnitte der Achsencylinder, vor allem die der Neurochorde möglichst ungeschrumpft, als kreisrunde oder elliptische,

homogene Felder erschienen, in deren Innern man bei entsprechender Färbung die Neurofibrillen erkennen konnte. Vornehmlich die Neurochorde sind sehr empfindlich, und man kann, wenn diese ihre Hülle vollkommen ausfüllen, auf einen vorzüglichen Erhaltungszustand aller übrigen Theile schliessen. Andere Methoden leisteten, wenigstens bei Lumbriciden, weitaus weniger. Auch für Polychaeten war die Sublimat-Kochsalzlösung gut anwendbar, daneben aber auch mit grossem Vortheil die von ERIK MÜLLER angegebene Fixirung in einer Combination von Kaliumbichromat und Formaldehyd. Besonders Sigalion ergab bei nachfolgender Eisenhämatoxylinfärbung wunderschöne Bilder. Sonst kamen auch noch PERENYI'sche, ORTH'sche Lösung und einige andere gebräuchliche Methoden in Anwendung. Gefärbt wurde mit DELAFIELD'schem Hämatoxylin am Schnitte oder im Stücke, Hämalan nach P. MAYER, Hämatein IA nach APÁTHY, Nachfärbung mit Fuchsin oder VAN GIESON'schem Gemisch. Mit dem ausgiebigsten Erfolge kam HEIDENHAIN's Eisenhämatoxylin in Anwendung in Combination mit Bordeaux R, Rubin S, Orange G oder Säurefuchsin.

Die Regenwürmer wurden theils im frisch eingefangenen Zustande, theils erst nach längerer oder kürzerer Gefangenschaft getödtet. Im ersteren Falle enthielt natürlich der Darm sehr viel Erde und Steine, infolgedessen wurde blos ein ventraler medianer Streif des Hautmuskelschlauches sammt Bauchmark conservirt, im letzteren Falle, wo die Thiere mit Filtrirpapier gefüttert worden waren, konnten Querschnitte durch das ganze Thier gemacht werden. Bei grösseren Polychaetenexemplaren wurde gleichfalls oft blos der ventrale Streif sammt Bauchmark geschnitten, da die sehr starken Borsten dem Schneiden sehr hinderlich waren. Bei kleineren Thieren konnten auch ganze Querschnitte angefertigt werden. Die Schnittdicke betrug je nach Umständen 3—10 μ .

Die Literatur über nervöse Stützsubstanzen, vornehmlich über Neuroglia, ist eine so ausgedehnte und zahlreiche, dass es schwer fällt, einen vollständigen Ueberblick über dieselbe zu gewinnen und auch bei grösster Gewissenhaftigkeit leicht Unterlassungen bei der Citirung von Autoren vorkommen können. Es würde auch durch einen ausführlichen Literaturbericht die vorliegende Arbeit gar leicht einen ungebührlichen Umfang annehmen, der mit der Menge und dem Werthe der darin gebotenen neuen Thatsachen in keinem Verhältnisse stehen würde. Ich glaube aus diesem Grunde der Verzeihung aller hier in Betracht kommenden Autoren sicher zu sein, wenn ich eine gesonderte ausführliche Darstellung ihrer Arbeiten

nicht unternehme, sondern im Texte an passender Stelle die nöthigen Hinweise anbringe. Vor allem wird ein grosser Theil von jenen Angaben, die ROHDE und WAWRZIK über das sogenannte Subcuticularfasergewebe (ROHDE) der Polychaeten, ferner aber auch HALLER, APÁTHY u. a. gemacht haben, auch in meine Ausführungen aufgenommen werden können, und ich möchte gerne den Schein vermeiden, als ob ich mir irgend eines der Verdienste von diesen Autoren anmassen wollte. Ich will hier darauf hingewiesen haben, dass ich als hauptsächlich und wesentlich neu in meiner Arbeit den Nachweis jener faserigen Elemente betrachte, die ich als Neurogliafaser bezeichne und deren intimere topographische Verhältnisse zu ermitteln ich mir vorgenommen habe.

Hauptsächlich ROHDE und seinem Schüler WAWRZIK gebührt das Verdienst, unzweideutig nachgewiesen zu haben, dass bei Polychaeten die Stützsubstanz im Innern des Nervensystems im Zusammenhange steht mit der Subcuticula und derselben homolog ist; sie ist ein besonders ausgebildeter Theil derselben und sowohl ihrer Beziehung zur nervösen Substanz, als auch ihrer Entstehung nach der Neuroglia der Wirbelthiere gleich zu setzen. WAWRZIK unterscheidet z. B. bei seinem Typus A, zu welchem auch das von mir untersuchte *Sigalion* gehört, folgende drei Formen der Stützsubstanz:

1. Eine mediane, beide Nervenstränge trennende Scheidewand, die von den dicken, ungetheilten Fortsätzen der kegelförmigen Subcuticularzellen gebildet wird.

2. Ringförmig die Centralsubstanz umziehende Fasern, die aus den getheilten und ungetheilten Fortsätzen der Subcuticularzellen hervorgehen und um das Bauchmark mehr oder weniger dicke Scheiden bilden.

3. Maschenförmig sich verflechtende, feine Fibrillen, die die Ganglienzellen umschliessen und bis an die Cuticula heranreichen.

ROHDE und WAWRZIK betonen vor allem sehr energisch die Identität des Stützgewebes mit dem Subcuticularfasergewebe. Ein bindegewebiges Stützgerüst gibt es im Nervensystem der Würmer nicht. Die Subcuticula des ganzen Körpers sitzt einer Schichte auf, die sich continuirlich auf das Bauchmark fortsetzt und einen Abschluss gegen die darunter liegenden Gebilde (Musculatur, Leibeshöhle) herstellt, das Bauchmark stellt eben in dem Zustande bei *Sigalion* im wesentlichen eine blosse Verdickung der Hypodermis dar, ohne Betheilung anderer (mesodermaler) Gewebe. Die Einwände HALLER's gegen eine Homologisirung des

Stützgerüsts mit der Subcuticula hat WAWRZIK in seiner Arbeit bereits eingehend entkräftet und wir brauchen hier auf diesen Punkt nicht des weiteren einzugehen.

Ich gehe nunmehr auf Grund der in der Literatur bereits vorliegenden Beschreibungen und meiner eigenen Untersuchungen dazu über, einige Thatsachen im Bau des Sigalionbauchmarkes zu besprechen. Es wird sich das, was da zu sagen ist, ziemlich enge an die Angaben ROHDE's und WAWRZIK's anschliessen und theilweise eine blosser Wiederholung derselben darstellen.¹⁾

Das ganze äussere Epithel (Hypodermis, Subcuticula) von Sigalion weist einen besonderen, von dem herkömmlichen und hauptsächlich der Wirbelthierhistologie entnommenen Schema des Epithels abweichenden Bau auf. Schon die Einlagerung der Nervenstränge in die Hypodermis, wie sie hier und bei vielen Polychaeten, ferner auch bei anderen Thierformen vorkommt, stimmt nicht zu dem Bilde etwa eines gewöhnlichen einschichtigen Cylinder-epithels eines Wirbelthieres. Aber auch die weitere Zusammensetzung ist eine ganz verschiedene. Bei einem Wirbelthiere sieht man gleichartige Zellen in dichtem Aneinanderschluss das Epithel zusammensetzen, hier aber finden wir die merkwürdigsten Complicationen, die das Bild eines Epithels fast verwischen. Wir wissen ja schon lange, in wie verschiedener Weise Epithelien bei Wirbellosen umgewandelt, ja ganz unkenntlich erscheinen können, so bei den Cestoden und Trematoden durch Verästelung und Versenkung der Epithelzellen in die Tiefe der Binde substanz (BLOCHMANN). Hier wird die continuirliche, glatte basale Grenzfläche des Epithels ganz und gar unkenntlich. Ein anderes Verhalten treffen wir wieder in unserem Falle der Epidermis von Sigalion. Hier kann man immer eine scharfe continuirlich verlaufende basale Epithelgrenze feststellen, markirt durch die in den Figuren 4, 5, 31, 32, 37, 38 mit Bs bezeichnete „Basalschicht“, auf deren Natur, soweit dies sich erforderlich erweisen wird, wir noch zurückkommen werden. Aber innerhalb dieses basal gut begrenzten Epithels sind Veränderungen eingetreten, die gleichfalls nicht mit den Verhältnissen zusammenstimmen, die wir an gewöhnlichen Epithelien zu sehen gewohnt sind. Am ehesten lassen sich die hier vorherrschenden Bauverhältnisse mit jenen vergleichen, wie wir sie im Nerven-

¹⁾ Ich möchte hier anführen, das offenbar in Folge eines unbemerkt gebliebenen Versehens in der ersten Lieferung von HATSCHER's Lehrbuch der Zoologie, Seite 135 ein Querschnitt durch das Bauchmark von Sthenelais als von Sigalion herrührend bezeichnet wurde.

system der Wirbelthiere wiederfinden, wobei wir hauptsächlich mit Rücksicht auf die grössere Klarheit auf das Nervensystem niederer Formen und auf frühe Entwicklungsstadien höherer Formen uns beziehen wollen. In beiden Fällen, sowohl bei Sigalion, als auch bei den Wirbelthieren, ist zunächst ein System von Zellen zu bemerken, welches insoweit epithelialen Charakter beibehalten hat, als es noch an der Begrenzung beider Epithelseiten theilnimmt, bei den Wirbelthieren sind dies die Ependymzellen, die derart vom Centralcanal bis zur äusseren Oberfläche des Medullarrohres reichen, bei Sigalion und anderen Wirbellosen die gleichfalls faserig differenzirten Zellen, die wir an jeder Stelle der Hypodermis finden (Fig. 4, 31, 32, 37, 38) und die vor allem im Bereiche des Bauchmarks zu enorm grossen und mächtigen Gebilden sich gestalten. Aber diese epithelartig gebliebenen Zellen haben die Eigenthümlichkeit der engen Aneinanderlagerung, wie sie sonst Epithelzellen zukommt, verloren, höchstens an der Basis und an der freien Seite gewinnen sie durch kegelförmige Ausbreitung ihres Leibes einen continuirlichen Aneinanderschluss, während in den mittleren Schichten ein solcher nicht vorhanden ist. Wir können uns vorstellen, dass hier ausserordentlich ausgedehnte Intercellularräume vorliegen, die nunmehr durch andere Gewebsbildungen ausgefüllt werden. Beim Wirbelthiernervensystem ist diese letztere die eigentlich nervöse Substanz und ein Theil des Stützgerüsts; beim niedersten Typus, dem Amphioxus, fast ausschliesslich nur erstere, weil das Stützgerüst zum überwiegenden Theil noch epithelialen, ependymalen Charakter hat. Je weiter wir in der Wirbelthierreihe aufwärts schreiten, desto mehr verliert die Hauptmasse der Stützsubstanz ihre ursprüngliche epitheliale Anordnung, wird zur eigentlichen Glia, während das Ependym an Masse gegenüber dieser zurücktritt. In der Hypodermis der Anneliden ist die Sache ein wenig anders, wenn auch im Wesen überaus ähnlich. Es wird am besten sein, sich hier gleich an die Bauchmarkregion zu halten, weil hier die Menge der in Betracht kommenden Gewebe eine bedeutendere ist, während die übrigen Verhältnisse vollkommen übereinstimmen mit denjenigen, wie sie in der ganzen übrigen Hypodermis vorherrschen.

Gehen wir von der Betrachtung eines Querschnittes durch das Sigalionbauchmark aus, wie wir es in Fig. 4 und 31 dargestellt finden. Bei der nun folgenden Beschreibung, die ja zum grössten Theile schon längst Bekanntes enthalten wird, werde ich vorläufig

auf die uns entsprechend unserem Plane hauptsächlich interessirenden, feineren Structurverhältnisse nicht eingehen, sondern nur eine mehr topographische Uebersicht geben.

Das Bauchmark von Sigalion stellt bekanntlich eine im Querschnitt etwa dreieckigemächtige Verdickung der Hypodermis oder Subcuticula dar. Den quantitativ geringsten Antheil nimmt jedoch an diesem Gebilde die eigentlich nervöse Substanz.

Die auffälligsten Elemente sind die langen faserigen Zellen, welche die ganze Höhe des Epithels durchsetzen und auf den Abbildungen durch ihre Schwarzfärbung sich hervorheben. Es sind dies, wie bereits oben erwähnt, die entsprechend der Hypodermisverdickung sehr verlängerten epithelialen Elemente, deren Aehnlichkeit mit Ependymzellen höherer Wirbelthiere wir gleichfalls im Anschlusse an viele frühere Autoren (ROHDE, WAWRZIK, HATSCHKE, LWOFF etc.) betonten. Die Anordnung dieser Faserzellen ist hinlänglich genau, vor allem in der Arbeit von WAWRZIK auf Grund eines reichen Thiermaterials und von Schnitten aus verschiedenen Körperregionen geschildert worden, so dass wir uns nicht weiter darauf einlassen müssen. Auf einige wichtige Punkte werde ich gleichwohl im weiteren Verlaufe die Aufmerksamkeit zu lenken haben. Hier will ich nur bemerken, dass das mediane Faserbündel auf beiden Figuren nicht in seinem ganzen Verlauf dargestellt werden konnte, was sich aus seiner zur Querschnittsebene meist etwas schrägen Lage ergibt. Wir sehen also, vor allem im dorsalen Bereiche, blos Schiefschnitte der zu stärkeren Bündeln zusammengefassten Faserzellen (*MFb*). An den Stellen, wo gerade eine Nervenwurzel (*Nw* in Fig. 4) getroffen ist, erscheinen die lateralen Fasergruppen aus leicht begreiflichen Gründen im Schnitte scheinbar unterbrochen.

Der Raum zwischen den Faserzellen wird, soweit er nicht von der Nervensubstanz beansprucht wird, von einem Füllgewebe eingenommen, dessen wahre Natur der Untersuchung recht bedeutende Schwierigkeiten verursacht und mich auch noch nicht zu einer endgiltig klaren Vorstellung gelangen liess. Da jedoch dieses Gewebe dem Hauptpunkte unserer Betrachtungen etwas ferner steht, so will ich es für diesmal bei dieser Unvollständigkeit meiner Kenntnisse bewenden lassen und mir auch ein genaueres Eingehen auf die etwas divergenten Darstellungen, die sich hierüber in der Literatur finden, ersparen.

Das Gewebe präsentirt sich als ein zartes Maschenwerk, welches rundliche, vacuoläre Hohlräume von sehr verschiedener

Grösse einschliesst. Die Wände des Maschenwerkes scheinen aus einer homogenen Grundsubstanz mit eingelagerten äusserst feinen faserigen Differenzirungen zu bestehen. Ferner finden wir in dieser Substanz stellenweise stark gehäuft, so im dorsalen, meist sehr grossblasigen Bereich, Einlagerungen von feinen Körnchen, die sich mit Eisenhämatoxylin intensiv färben. Die faserigen Structures des Wabenwerkes zeigen niemals eine Schwarzfärbung mit Eisenhämatoxylin. Hier und da finden sich in Knotenpunkten des Wabenwerkes einzelne Kerne eingelagert, die sich meist durch eine wenig lichtere Beschaffenheit von den Kernen der Faserzellen unterscheiden. Eine Abgrenzung von Zellterritorien um diese Kerne herum ist mir niemals gelungen. Das ganze Wabenwerk erscheint als ein einheitliches Ganzes, hat einen syncytialen Charakter. Erwähnen will ich hier jedoch, dass nach den Darstellungen ROHDE's ein dem unseren gewiss homologes Gewebe im Kopflappen von *Sthenelais* und noch bei anderen Formen, wie aus der Abbildung und Beschreibung hervorgeht, Zellterritorien erkennen lässt. Auch in manchen Abbildungen vom *Sigalionbauchmark* kann man bei diesem Autor eine gewisse radiäre Anordnung der Füllmasse um jeden einzelnen Kern bemerken, was ich jedoch nie beobachten konnte und übrigens mit Rücksicht auf die etwas schematische Darstellung ROHDE's nicht sehr ins Gewicht fällt. (Vgl. ROHDE, Zool. Beiträge, II. Band, Fig. 78 a, b, c, d.)

Der blasige Bau dieses Gewebes ist jedoch nur auf das Gebiet der Bauchmarkverdickung beschränkt und in der unmittelbaren Nähe der Nervensubstanz am meisten ausgesprochen. Verfolgen wir es nach den beiden Seiten hin, wo die Verdickung in die gewöhnliche Hypodermis übergeht, so verliert sich der blasige Bau, wir finden dann zwischen den faserigen Hypodermiszellen eine feine plasmaähnliche Masse ohne oder nur mit wenigen Vacuolen, einzelnen Kernen und oft diffus erfüllt von einer Menge der bereits oben erwähnten geschwärzten Körnchen (Fig. 37 und 38).

Die Hohlräume des Wabenwerkes erscheinen auf Schnitten immer leer und sind dementsprechend im lebenden Thiere wohl mit einer Flüssigkeit ohne besondere morphotische Elemente ausgefüllt.

Auf die Bedeutung des vacuolären Baues, vor allem in functioneller Hinsicht, einzugehen, wird sich in einem späteren Abschnitt Gelegenheit ergeben.

Was die morphologische Bedeutung des blasigen Füllgewebes anlangt, so haben wir es in Uebereinstimmung mit fast allen

früheren Untersuchern als einen besonders differenzirten Antheil der Hypodermis anzusehen, der genau so wie die Nervensubstanz und die Neuroglia unter Verlust seines epithelialen Charakters sich besonderen Functionen angepasst hat.

Um die Beschreibung zu vervollständigen, sei hinzugefügt, dass die beiden rundlichen Stränge des eigentlichen Bauchmarkes von einer dicken faserigen Hülle umgeben sind, welche Ausläufer und Fortsätze nach innen entsendet (Neuroglia).

Wir sehen also hier, wie aus dem Ectoderm durch Differenzirung ein höchst complicirtes Gebilde entstanden und der ursprüngliche epitheliale Charakter zum Theile verwischt worden ist.

Unsere weitere Betrachtung wird, nachdem wir das blasige Füllgewebe bereits erledigt haben und die eigentliche nervöse Substanz uns hier nicht interessirt, sich auf die eingehende Würdigung der epithelialen Faserzellen und auf die Hüll- und Stützmasse der Bauchmarkstränge, also die eigentliche Glia, zu beschränken haben.

Dabei wird sich die Gelegenheit ergeben, noch einige andere Gebilde, von denen bisher wenig oder gar nicht die Rede war, zu berücksichtigen.

Das äussere Epithel, somit auch das epithelial gelagerte Nervensystem der zu unseren Studien verwendeten Polychaetenformen (*Sigalion squamatum* und *Sthenelais dendrolepis*) wird sowohl nach der freien, als nach der basalen Seite hin durch besondere Gebilde scharf begrenzt.

Ueber das äussere derselben, die Cuticula, werden wir uns nur kurz zu fassen haben. An den verschiedenen Körperregionen und in verschiedenen Lebensaltern von wechselnder, stets aber ansehnlicher, oft ausserordentlicher Dicke, zeigt sie in ihrer feineren Structur keine uns hier besonders interessirenden Einzelheiten. Faltungen, die sie an den Schnitten hie und da, besonders wenn sie gerade nicht allzu dick ist, aufweist, sind wohl zum grössten Theile auf die Conversirung und die damit einhergehende Contraction des Hautmuskelschlauches rückführbar (Fig. 31). Eine andere, wichtigere Eigenthümlichkeit, die auch bereits WAWRZIK ausführlich beschrieben hat, möchte ich jedoch nicht übergehen. Sehr häufig findet man genau in der Medianlinie der Bauchstrangverdickung einen Vorsprung der Cuticula, der auf dem Querschnitt meist zapfen- oder kegelförmig erscheinend, sich bei Verfolgung der Schnittserie als ein oft thatsächlich nur kegelförmiger Fortsatz der Cuticula erweist (Fig. 29). Manchmal jedoch kann

er in der Längsrichtung des Thieres grössere Ausdehnung gewinnen und muss dann als ein kurzes sagittales Cuticula-septum angesehen werden; jedoch auch in diesem Falle ist die Erstreckung in sagittaler Richtung keine gar grosse, sondern nur über wenige Schnitte. Durch dieses Gebilde erscheint die freie Seite der Hypodermis eingestülpt, ein Umstand, der vielleicht zu einer Zeit, wo die Annelidenabstammungstheorie der Wirbelthiere in Blüte stand, zu einer Vergleichung mit der Medullareinstülpung hätte herangezogen werden können. Man kann es ja thatsächlich nicht ohne weiteres in Abrede stellen, dass hier eine Einstülpungstendenz vorliegt, ob sie aber mit der Markrohreinstülpung der Wirbelthiere in irgend einer näheren Beziehung steht, dürfte schwer zu entscheiden sein. Viele Wahrscheinlichkeit für letztere Annahme liegt indessen nicht vor, abgesehen von dem Umstande, dass die Annelidenverwandtschaft der Wirbelthiere heute überhaupt keine grosse Wahrscheinlichkeit besitzt. Immerhin wäre ein solcher Einstülpungsvorgang eine in beiden Thiergruppen aus physiologischen Gründen leicht verständliche Erscheinung und auf ähnliche Ursachen rückführbar. Bei den Wirbelthieren, die keine nennenswerthen Cuticularbildungen erzeugen, ist es zum Schutze des Rückenmarkes nützlich, dass es in die Tiefe versenkt wird, was hier durch Einstülpung geschieht. Die Anneliden sind aussen durch ihre Cuticula geschützt, unterhalb dieser Cuticula findet sich, wie noch weiter auszuführen sein wird, ein System von Stützsubstanzen, zwischen welchen erst die nervöse Masse eingelagert ist. Ein Theil dieses Stützsystems wird durch die mächtigen Faserzellen der Hypodermis beigestellt, und diese Stützzellen können sich natürlicher Weise an einem tiefen Fortsatze der Cuticula in bedeutenderer Menge ansetzen, wodurch eine Verstärkung des Stützgerüsts erzielt wird. In der That findet man stets an diesen Cuticulafortsätzen besonders starke und dichtgestellte Stützfaserzellen, die dann entsprechend ihrem annähernd senkrechten Ursprung von der Cuticula die Bauchmarkverdickung nicht nur senkrecht, sondern auch nach den Seiten hin durchsetzen und gewiss zur Verfestigung viel beitragen. Ich verweise auf die Abbildung bei WAWRZIK (Fig. 4).

Die an der basalen Epithelfläche gelegene Lamelle, die wir vorläufig einfach als Basalschicht bezeichnen wollen, wird in etwas höherem Grade als die Cuticula unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Sie kommt allen von mir untersuchten Chätopoden in mehr oder weniger deutlich nachweisbarer Form zu. Meist ist sie sehr dünn, was eine genauere Erkenntniss ihrer feinsten Structur erschwert.

Ich bin am ehesten geneigt, ihr eine ziemlich feste gallertartig-homogene Beschaffenheit zuzuschreiben, faserige Differenzierungen konnte ich nie mit Sicherheit feststellen. dieselben könnten übrigens auch sehr leicht durch Schrumpfungen der homogenen Substanz vorgetäuscht werden. Ihre Herkunft möchte ich ganz entschieden von mesodermalen Zellen ableiten und sie nicht etwa als basale Ausscheidung, als Basalmembran der Epidermis ansehen. Dafür sprechen vor allem ihre topographischen Beziehungen zu tiefer liegenden Theilen. Wir werden Gelegenheit haben, bei der Erörterung von *Lumbricus* hiefür einige Gründe ins Feld zu führen, möchte aber jene unterstützenden Momente, die bei dem jetzt in Verhandlung stehenden Objecte sich ergeben, gleich hier anführen. Uebrigens glaube ich mich in der Auffassung der Basalschicht als mesodermales Product in Uebereinstimmung mit den meisten Autoren, die Gelegenheit hatten, diese Verhältnisse zu studiren. Wie wir an der Fig. 29 am Bauchmark von *Sthenelais* sehen, wird die mächtige Erhebung, die das Bauchmark bildet, in ganz continuirlicher Weise von einer Fortsetzung der Basalschicht, wie sie der übrigen Hypodermis zukommt, überzogen, und zwar in vollkommen gleichbleibender Dicke. Sie bildet eine scharfe ununterbrochene Grenze zwischen ectodermalem Epithel und den entralen Längsmuskelfeldern. Die beiden Muskelfelder, die ja hier in der Medianebene nicht zusammenhängen, sind daselbst gegen die Leibeshöhle von einer gleich beschaffenen und gleich dicken Schicht überzogen, an deren dem Coelom zugewendeten Fläche man von Strecke zu Strecke Kerne wahrnimmt — die epitheliale Auskleidung der Leibeshöhle (*Pe*). Dort, wo dieses Blatt mit der das Bauchmark überkleidenden Lamelle zusammenstösst, vereinigen sich beide und bilden nun an der von Musculatur nicht bedeckten Partie des Bauchmarks deren Abgrenzung gegen die Leibeshöhle, und zwar meist in folgender Weise. Zunächst sei bemerkt, dass diese letztgenannte Lage, entsprechend ihrer Entstehung aus zwei sich aneinanderlegenden Schichten, deutlich dicker ist, als jede der letzteren. Das Bauchmark oder genauer gesagt, das dorsal vor ihm gelegene, blasige epitheliale Stützgewebe zeigt in der Medianlinie eine bald seichtere, bald tiefere spaltförmige Einsenkung, welche natürlich, wie es die Abbildung zeigt, von der Basalschicht, ausgekleidet wird. Auch das Epithel der Leibeshöhle setzt sich selbstverständlich in diesen Medianspalt mit fort, wie dies aus dem Vorkommen von Kernen (in der Figur ist einer

zu sehen) in demselben hervorgeht. Diese Einfaltung kann, während sie stellenweise ganz seicht ist oder überhaupt fehlt, anderswo wieder sehr tief einschneiden, und zwar zwischen den beiden seitlichen Bauchmarksträngen innerhalb des medianen Stützfaserseptums. Dergleichen kann von aussen her der bereits erwähnte Cuticularfortsatz sehr weit in die Tiefe vordringen und es kann vorkommen, dass sich die beiden Bildungen fast bis zur Berührung nähern. Das sieht dann sehr paradox aus, denn es kann leicht daraus die Täuschung resultiren, als ob an dieser Stelle eine Vereinigung der beiden gänzlich heterogenen Grenzschichten des Epithels, der cuticularen und der mesodermalen, vor sich gegangen wäre. Das ist indessen niemals der Fall, immer ist noch eine kleine Brücke ectodermaler Substanz eingeschaltet. Die Möglichkeit der Täuschung kann noch erhöht werden durch den Umstand, dass die Cuticula wie die Basalschicht bei Anwendung der gebräuchlichen Farben ganz ähnliche oder gleiche Tinctioneffecte ergeben, so z. B. mit Säurefuchsin, Bordeaux R. und Orange G.

Fassen wir den geschilderten Sachverhalt noch einmal zusammen, und zwar in etwas anderer Reihenfolge (vor allem in Bezug auf Sthenelais): Ein medianer, oft tief eingefurchter Theil der nervösen Hypodermisverdickung ist von einer Lage einer bindegewebsartigen Substanz überzogen, der gegen die Leibeshöhle zu das Coelomepithel aufsitzt. Sobald diese Schichte auf ihrem Verlaufe gegen beide Seiten hin die Längsmuskelfelder erreicht, tritt eine Spaltung in zwei Blätter ein, von denen das innere unter Mitnahme des Coelomepithels die Innenfläche des Muskelblattes überzieht, das äussere sich zwischen Epidermis (Hypodermis) und Muskel einschiebt und die beiden scharf voneinander abgrenzt. Dieses ganze anatomische Verhalten weist auf einen innigen Zusammenhang der Basalschicht mit der Coelomwand, dem Mesoderm, hin und wir halten uns berechtigt, daraus auf eine mesodermale Entstehung der Basalschicht und ihrer Homologa zu schliessen und deren Deutung als Basalmembran des Epithels zurückzuweisen. Steht ja, zumal das innere, die Innenfläche des Muskels bekleidende Blatt in keinerlei Lagebeziehung zum Ectoderm, vielmehr ausschliesslich zum Coelomepithel.

Richten wir für einen Augenblick unsere Aufmerksamkeit noch auf die Fig. 31, den Querschnitt durch das Bauchmark von

Sigalion darstellend, so finden wir ähnliche Verhältnisse, doch in einer Beziehung eine kleine Abweichung von den eben geschilderten. Das Bauchmark von Sigalion hat eine wesentlich andere Querschnittsform als das von Sthenelais. Der Querschnittsumriss beim ersterem Thier war ungefähr der eines Zuckerhutes (an der Spitze befand sich hie und da die erwähnte Einfaltung); der Umriss des Sigalionbauchmarks hingegen hat viel sanfter nach den beiden Seiten abfallende Flächen und im ganzen die Form eines rechtwinkligen gleichschenkligen Dreieckes, dessen rechter Winkel meist etwas gestutzt ist (Fig. 4). An vielen Stellen ist die obere Spitze (räumlich gesprochen Kante) des Dreieckes ganz besonders stark verbreitert und ragt (am Querschnitt etwa pilzhutförmig) nach beiden Seiten stark vor (Fig. 31). Ich will hier gleich bemerken, dass dieses Territorium gleich dem entsprechenden bei Sthenelais von blasigem Gewebe erfüllt ist. An diesen oberen Theil der Bauchmarkverdickung setzen sich die transversalen Muskelzüge an. Die Verhältnisse der Basalschicht ergeben sich nunmehr ohne weiteres aus der Figur 31. Das peritoneale Epithel sammt der darunter befindlichen Bindegewebslage überzieht die Innenfläche der Längsmuskelfelder, geht dann auf das Bauchmark über, indem es sich mit dessen Basalschicht vereinigt, tritt aber nach ganz kurzem Verlaufe unter abermaliger Spaltung auf die Transversalmuskeln über. Wir sehen also das Bauchmark bei Sigalion im Zusammenhang mit der enormen Entwicklung der transversalen Muskelzüge fast im ganzen Bereiche seiner Basis an Musculatur grenzen und nur jederseits eine kurze Strecke weit vom eigentlichen Peritoneum selbst bekleidet, während bei Sthenelais oft ein durch Einstülpung ziemlich ausgedehnter Theil der Oberfläche, und zwar in der Medianlinie, eine solche Bekleidung aufweist. Uebrigens wechselt dieses Verhalten in den verschiedensten Regionen des einzelnen Segmentes ein wenig, was sich aus der Vertheilung der Musculatur von selbst versteht. Die obige Beschreibung hatte mehr den Zweck, die in unseren Abbildungen vorgeführten Verhältnisse zu erläutern.

Als principiell wichtig hat sich uns ergeben, dass wir die Basalschicht als eine bindegewebsartige Differenzirung des Mesoderms (Coeloms) anzusehen haben, und nicht als Basalmembran des Epithels, ein Ergebnis, das, wenn auch schon in mehreren früheren Arbeiten angedeutet, doch eine ausführlichere Begründung, wie ich sie hier zum Theil gab, zum Theil noch des weiteren geben werde, verträgt.

Indem wir nunmehr zur Betrachtung der Stützgewebe im Innern der nervösen Verdickung übergehen, so sei hier vor allem die Form *Sigalion* berücksichtigt, bei *Sthenelais* waren die Verhältnisse aus rein technischen Gründen bei weitem nicht so deutlich darstellbar.

ROHDE und WAWRZIK fassen das Stützgewebe im epithelial gelagerten Nervensystem und um dasselbe als Subcuticularfasergewebe zusammen, von der richtigen Anschauung ausgehend, dass dasselbe nichts weiter ist, als eine Modification der Subcuticula. Hier ist es am Platze, über die Nomenclatur eine kleine Bemerkung zu machen. Bekanntlich sprechen wir beim Ectoderm der Wirbelthiere von einer Epidermis, der äussere Ueberzug der Wirbellosen, vor allem jener, die sich durch Cuticularbildungen auszeichnen, wird von den Autoren sehr verschieden, als Subcuticula, Hypodermis, auch als Epidermis, letzteres jedoch seltener bezeichnet. Dabei ist es ja niemandem mehr zweifelhaft, dass gemäss der Homologie der äusseren Zellschicht eine einheitliche Bezeichnung derselben, wie z. B. Epidermis, ganz am Platze wäre. Derartige Vorschläge sind ja wiederholt gemacht worden (LENHOSSEK, CERFONTAINE). Indessen sind die älteren Bezeichnungen Hypodermis, Subcuticula so stark eingebürgert, die Gefahr irgend welcher daraus hervorgehender Verwirrung so unbedeutend, dass es meiner Ansicht nach nicht unbedingt nöthig ist, auf eine einheitliche Bezeichnung grosses Gewicht zu legen. Ich gebrauche daher ziemlich nach Belieben jeden der hiefür üblichen Termini, was zumindest die allzu häufige Wiederholung eines und desselben Wortes vermeiden lässt und doch dabei gewiss keine Verwechslungen oder falschen Deutungen veranlassen kann. Uebrigens möchte ich bemerken, dass gerade auch jene Bezeichnung, die als allgemein einzuführende bereits mehrfach vorgeschlagen war, nämlich „Epidermis“, denn doch nicht, ihrer wörtlichen Bedeutung nach, auf alle Fälle passt, besonders unter den Wirbellosen. Man denke an das Ectoderm der Cestoden, um sofort zu erkennen, dass durch den Namen „Epidermis“ hier keine passende Bezeichnung gegeben ist.

Denselben Standpunkt betreffs der histogenetischen Herleitung der Nervenstützsubstanzen hat gleichzeitig mit ROHDE auch HATSCHEK in seinem Lehrbuche auf das präziseste dargelegt, indem auch er das gesammte Stützsystem, sogar an der Hand derselben Beispiele aus der Gruppe der Anneliden als ectodermale Differenzirung auffasst. Dieser Darstellung meines Lehrers HAT-

SCHIEK verdanke ich in allererster Linie die weitere Beschäftigung mit dem vorliegenden Thema, aber erst durch Anwendung bestimmter neuerer Methoden gelang es mir, in einigen wesentlichen Dingen eine Erweiterung unserer Kenntnisse zu erzielen.

Es wird uns an dieser Stelle nicht weiter zu beschäftigen haben, den eigenartigen Ausführungen HALLER's entgegenzutreten. Seine Meinung, dass zwischen eigentlicher Hypodermis und dem Nervensystem bei Würmern eine scharfe Trennung stattfindet, demgemäss die ganze Deutung und Bezeichnung der Stützsubstanzen als Subcuticularfasergewebe und eine Continuität der ersteren mit der Hypodermis zurückzuweisen sei, hat ja bereits von anderer Seite Widerlegung gefunden.

Wir haben schon oben eine Uebersicht über die verschiedenen Gewebsformen gegeben, in welche sich im Bereiche des Nervensystems die Hypodermis differenzirt, und haben auch eine Eintheilung von WAWRZIK citirt, die sich hierauf bezieht.

Es sei denn zunächst das unter 3. von WAWRZIK angeführte Gewebe abgethan, die „maschenförmig sich verflechtenden, feinen Fibrillen, die die Ganglienzellen umschliessen und bis an die Cuticula heranreichen“.

Dieses Gewebe steht nach unseren Erfahrungen mit dem eigentlichen nervösen Gewebe nur in sehr entfernter Beziehung. Wie schon aus den Abbildungen hervorgeht, füllt es den Raum rings um das Bauchmark aus in Form einer vacuolären, blasigen Masse. Die Beziehung zu den Ganglienzellen können wir nicht anerkennen. Schon oben hatte ich Gelegenheit, auf gewisse Differenzen bezüglich dieses Gewebes hinzuweisen, die zwischen ROHDE und mir bestehen, so z. B. dass ROHDE innerhalb dieses Gewebes Zellterritorien abgrenzt, was mir nicht gelungen ist. Immerhin könnte das an einer Verschiedenartigkeit der untersuchten Objecte und auch der Körperregion liegen. Ein Eingehen auf die feinsten Fragen bezüglich dieses Punktes erscheint mir momentan von meinem Standpunkte aus nicht wünschenswerth, da auch dieses Gewebe nur in entfernterer Beziehung zu meinem Hauptthema steht.

Die Schilderung des blasigen Gewebes bei Sigalion haben wir schon vorhin erledigt.

Bei Sthenelais liegt das blasige Gewebe blos dorsal von den Nervensträngen und zeigt ein protoplasmatisches, schaumartiges, lockeres Gefüge, ohne irgend welche deutlichen

faserigen Differenzirungen. Hie und da liegt ein Kern in einem Knotenpunkte; nach der Seltenheit der Kerne zu schliessen, würde also ein Territorium von sehr vielen Bläschen zu einer Zelle gehören, wenn wir überhaupt die blasige Masse noch als zellig und nicht schon als ein gemeinsames, apoplasmatisches Product vieler Zellen ansehen, welche Frage ich hier nicht entscheiden möchte. In der Medianlinie wird das Blasengewebe von den medianen Fasersträngen, von denen wir bereits sprachen und deren Zusammensetzung uns noch weiter interessiren wird, durchzogen. Auch von oben her kann hie und da die beschriebene Einsenkung der Basalschicht eine Theilung in zwei seitliche Hälften mitveranlassen.

Zusammenfassend möchte ich hier nochmals etwas betonen: Das blasige Füllgewebe zeigt bei *Sthenelais* gar keine, bei *Sigalion* undeutliche Spuren einer faserigen Differenzirung. Die Fasern, wenn überhaupt präformirt vorhanden und nicht der Ausdruck irgend welcher Schrumpfungsvorgänge, sind sehr fein und kaum sicherauflängere Strecken verfolgbar. Eine Möglichkeit, sie durch elective Färbung hervorzuheben, besteht nicht. Entgegengetreten muss ich der Angabe von WAWRZIK, der dieses Gewebe in nähere Beziehungen zur Ganglienmasse treten lässt, im Gegentheil, sein Vorkommen ist blos auf die Umgebung der nervösen Substanz beschränkt, die nach aussen zu durch die sie umgebende Gliahülle abgegrenzt ist.

Hiemit kommen wir zu dem wichtigsten Punkte meiner Untersuchungen, zur Beschreibung jener Gewebe, deren Zellen sich durch besondere Differenzirungen faseriger Natur auszeichnen. Wir werden diese Fasern, wie ich schon in meiner vorläufigen Mittheilung anzudeuten Gelegenheit hatte, je nach der Art ihres Vorkommens als Neuroglia, Ependym- und Epithelfasern zu bezeichnen haben. Hiebei wird sich uns als wichtigstes Ergebnis herausstellen, dass diese drei Faserarten homologe Gebilde sind und sich auf einen einzigen Urzustand, den der epithelialen Stützfaser, zurückführen lassen. Vor allem *Sigalion* wird für die Durchführung dieses Beweises ein hervorragend günstiges Object abgeben.

Vor allem werden uns hier die epithelialen Stützfaserzellen in der Bauchmarkverdickung von *Sigalion* interessiren. Ihre Gestalt, Anordnung und Vertheilung gibt mir keinerlei An-

lass zu einem genaueren Eingehen. Wir finden bei RONDE und WAWRZIK erschöpfende und ausführliche Darstellungen hierüber. Lange, an der Cuticula sich kegelförmig verbreiternde Zellen, die das blasige Stützgewebe durchziehen, den nervösen Strängen jedoch ausweichen und so naturgemäss in Gruppen geteilt werden, eine mediane, die beiderseitigen Bauchmarkhälften trennende und je zwei laterale, die zugleich mit der abnehmenden Höhe der Hypodermisverdickung in die Zellen der ventralen Hypodermis übergehen. Die medianen Zellgruppen sind zu Bündeln zusammengefasst, die innerhalb der Medianebene meist etwas schräg stehen, so dass man, vor allem im dorsalen Bereiche, oft mehrere schief getroffene Faserbündel übereinander antrifft (Fig. 4 und 31).

Wie gestalten sich nun die feineren Beziehungen dieser Zellen? In den bisherigen Darstellungen findet man einfach die Angabe, dass die kegelförmig auf der Cuticula aufsitzenden Zellen sich gegen die Tiefe zu in lange Fasern fortsetzen und sich dann, eventuell wieder ein wenig kegelförmig verbreitert, an die Basalschicht ansetzen. Diese Beschreibung gilt es zu vervollständigen und zu diesem Zweck hat sich die HEIDENHAIN'sche Eisenhämatoxylinmethode als unentbehrliches Hilfsmittel erwiesen (Fig. 31, 32). Die bei stärkerer Vergrösserung angefertigte Fig. 32 zeigt alles mit wünschenswerther Deutlichkeit. Es ist eine seitliche Partie der Bauchmarkverdickung, bereits abseits vom nervösen Gewebe, etwa entsprechend der Stelle bei *C* in Fig. 31, zur Abbildung gewählt worden. Cuticula und Basalschicht sind mit gelber Farbe angelegt. Dazwischen breitet sich das blasige Füllgewebe aus. Man sieht stellenweise die faserige Structur der Vacuolenwände. Unmittelbar an der Cuticula sitzen nun kegelförmige Protoplasmakörper mit Kernen. Mantelartig diesen Protoplasmakegel umgebend sehen wir schwarze, gestreckte Fasern, die gegen die Spitze des Kegels convergirend sich meist zu einer einzigen dicken Faser zu vereinigen scheinen. Diese durchzieht als langer Fortsatz der Zelle das blasige Gewebe, um sich, in der Nähe der Basalschicht angelangt, auf ähnliche Weise wie bei ihrem Ursprung in feine Fasern aufzusplitten und so wieder in kegelförmiger Ausbreitung an der Basalschicht anzusetzen. Manchmal kann eine solche kegelförmige Zelle sich in zwei Fortsätze spalten (Fig. 32 *a*). Dies ist im Wesen alles, was man von dem Aussehen dieser Faserzellen

aussagen kann. Dass man sie nicht immer, vor allem jene in den medianen Bündeln, in ihrer ganzen Längsausdehnung, vom Ursprung an der Cuticula bis zum Ansatz an der Basalschicht im Schnitte verfolgen kann, erhellt aus ihrer nicht immer ganz streng senkrechten Lage.

So sind auf unserer Figur 4 fast gar keine Faserzellen in ganzer Länge zu sehen, die medianen aus dem bereits angeführten Grunde, weil sie zu kegelförmigen Bündeln zusammengefasst, besonders in ihrem dorsalen Theile nur als schief getroffene Bündel erscheinen (*MFb*), die seitlich gelegenen auf dem vorliegenden Bilde deswegen, weil hier gerade seitlich abgehende Bauchmarksnervenzurden getroffen sind, denen die Stützfasern, da sie niemals die nervöse Substanz selbst durchziehen, ausweichen müssen.

Geht man vom Bauchmark aus gegen die beiden Seiten hin weiter, wobei allmählich unter bedeutender Abflachung die gewöhnliche Hypodermis erscheint, so findet man, dass die Structur derselben sich nicht sonderlich von der in der Bauchmarkverdickung festzustellenden unterscheidet. Das blasige Gewebe wird ärmer an Vacuolen, ja kann ganz frei von solchen sein, die Kerne (von denen übrigens in Fig. 37 gerade kein einziger enthalten ist) liegen in einer gleichmässig vertheilten, undeutlich structurirten Masse, die dunkel färbbare Körnchen in diffuser Vertheilung enthält. Die senkrechten Faserzellen erscheinen selbstverständlich bedeutend niedriger, relativ reicher an Protoplasma im Vergleich zu den riesigen Faserzellen in der Nachbarschaft des Bauchmarks. Ihre faserigen Differenzirungen sind in geringerer Mengen vorhanden und machen einen weniger starren und straffen Eindruck. Uebrigens ist der Reichthum an Fasern in diesen Regionen überhaupt ein geringerer, auch die kegelmantelartige Einhüllung des Protoplasmas durch diese Fasern ist weniger deutlich ausgeprägt, endlich auch die Verzweigung der Fasern gegen die freie und basale Seite hin nur selten festzustellen. Was diese Verzweigung überhaupt betrifft, so möchte ich hier vorwegnehmend betonen, dass ich eigentlich in derselben bloß eine innige Aneinanderlagerung, beziehungsweise ein Auseinanderweichen von feineren Fasern erblicken möchte, nicht aber ein wirkliches Verschmelzen der einzelnen Fasern zu einer Faser höherer Ordnung. Doch auf diesen Punkt werden wir bei Gelegenheit einer allgemeinen Betrachtung noch Rücksicht zu nehmen haben.

Bei Untersuchung verschiedener Hautregionen muss es auffallen, dass der Reichthum an Epithelfasern (wir wollen von nun

an diesen Ausdruck gebrauchen) und der Modus ihrer Anordnung gleichfalls sehr verschieden sein kann. Den ungeheuren Unterschied zwischen der Bauchmarkregion und der übrigen Körperoberfläche haben wir schon gekennzeichnet. Aber auch in letzterem Gebiete bieten sich mancherlei Differenzen dar. Man vergleiche Fig. 37 und 38 miteinander, um dies zu würdigen. Fig. 37 stellt eine ventrale Hautpartie seitlich vom Bauchmark dar, Fig. 38 eine Partie von der seitlichen Körperwand, ventral vom Ursprung der Parapodien, gerade von der Stelle, wo sich die Transversalmuskeln des Segmentes ansetzen. Das Epithel ist hier viel höher, die Epithelfasern zahlreicher und stärker, die kegelförmige Anordnung viel deutlicher als in Fig. 37. Das ganze Gewebe erinnert schon stark an jene Hypodermisbezirke, die in der Nachbarschaft des Bauchmarks liegen. Die eingehende Würdigung dieser Erscheinung mag gleichfalls einem weiter unten folgenden allgemeinen Capitel aufgespart bleiben.

Nicht alle epithelialen Faserzellen zeigen übrigens in ihrer Form das gleiche Verhalten, indem ihr Protoplasmakörper kegelförmig an der Cuticula sich ausbreitet und daselbst den Kern enthält. Mitunter sieht man nämlich, dass der Kern sich weiter von der Cuticula entfernt und ganz besonders ist dies an zwei Stellen in der Nähe des Bauchmarks der Fall.

Es ist dies jene Region der Hypodermis, die in Fig. 4 durch die gerade dort angebrachte Bezeichnung für Cuticula (*C*) markirt ist, und selbstverständlich die ihr symmetrische der Gegenseite. Es sind dies genau die Stellen unmittelbar senkrecht unter den beiden Bauchmarksträngen. Das Verhalten, wie es dort — manchmal — die Epithelzellen aufweisen, ist in Fig. 33 abgebildet. Wir sehen drei Zellen dargestellt, von denen die beiden seitlichen der oben erfolgten Beschreibung entsprechend aussehen, die mittlere (*a*) jedoch ihren Kern an anderer, tieferer Stelle hat und nur mittels eines ziemlich dünnen, aus Protoplasma und Epithelfasern bestehenden Fortsatzes gegen die Cuticula hin reicht. Die unmittelbar unter der Cuticula liegende Protoplasmaschichte, welche durch die aneinanderstossenden freien Enden der Epithelzellen gebildet wird, lässt leider die Antheile der einzelnen Zellen nicht erkennen, da Zellgrenzen, Kittleisten oder Aehnliches sich mit keiner Methode darstellen liessen. Infolgedessen können wir nur feststellen, dass sich der dünne Fortsatz der Zelle *a* gleich den äusseren Enden der benachbarten, kegelförmigen Zellen, in

dieser Protoplasmaschichte verliert, ohne dass wir seine Grenzen feststellen können. Uebrigens brauchen wir hierauf kein besonderes Gewicht zu legen, vor allem wird es uns interessiren, dass es hier Zellen gibt, die in den meisten wesentlichen Punkten mit den kegelförmigen Faserzellen übereinstimmen, dadurch jedoch, dass ihr Kern tiefer herabgerückt ist, keine Kegelform mehr besitzen, sondern schlank erscheinen, mit einer dem Kerne und einer mässigen Protoplasmaanhäufung entsprechenden Anschwellung an irgend einer Stelle.

An den beiden durch das vereinzelte Vorkommen der geschilderten Zellen charakterisirten Stellen des Bauchmarksquerschnittes kommen nun weiter hin noch gewisse Besonderheiten zur Beobachtung, die bereits WAWRZIK beschrieben und abgebildet hat.

Anstatt dass nämlich die Faserzellen der Hypodermis gleich ihren Genossinnen von anderen Orten sämmtlich in senkrechtem Verlaufe die Basalfläche der Hypodermis zu gewinnen und sich daselbst anzusetzen suchen, kommt es stellenweise vor, dass die Epithelfasern, in der Nähe der Nervenstränge angelangt, auseinanderweichen und sich den circulär verlaufenden Fassermassen anschliessen, welche die Gliahülle des Nervenstranges darstellen. An diesem Verhalten participiren sowohl die kegelförmigen Zellen, als auch jene mit herabgerücktem Kerne, wie die in Fig. 33 dargestellte. Es ist fast überflüssig zu betonen, dass sich die Epithelfasern und die Fasern der Glia morphologisch und färberisch vollkommen gleich verhalten, infolgedessen verlieren sich auch die auf die beschriebene Weise der Gliahülle sich zugesellenden Epithelfasern gänzlich in dem Gewirr der Gliafasern. Kurz gesagt, wir haben hier Stellen vor uns, wo das Gliawerk des Nervensystems noch mit dem Epithel zusammenhängt, wo die beiden Gewebe histologisch und anatomisch ineinander übergehend voneinander nicht geschieden werden können, wo also auch in dem vorliegenden Falle eines Wirbellosen der histogenetische Zusammenhang zwischen ectodermalem Epithel und Neuroglia mit aller Klarheit ersichtlich ist.

Auf Fig. 4 ist im linken Theil der Abbildung genau über der Bezeichnung C ein derartiges Epithelfaserbündel zu sehen, wie es sich an der Bildung der Gliahülle theilnimmt. Sein peripherer Abschnitt, sein Ursprung aus der Hypodermis, war erst auf einem

anderen Schnitte erhalten. Ich verweise, was die ausführliche Darstellung dieses Ursprunges betrifft, auf die Arbeit von WAWRZIK.

Auch an der dorsalen Peripherie der Gliahülle kann Aehnliches beobachtet werden (Fig. 4 rechter Theil). Hier sehen wir des öfteren, dass sich aus der Gliahülle wiederum eine Anzahl Fasern loslösen, zu einem Bündel zusammenthunen und der Basalschicht entgegenstreben, wo sie sich schliesslich ganz genau so wie die in normaler Weise verlaufenden Fortsätze der kegelförmigen Zellen anheften. Sie geben so Anlass zum Vorkommen von seitlichen Faserbündeln, neben jenen medianen (*MFb* Fig. 4 und 31), welch letztere von den grössten, zwischen den beiden Nervensträngen gelegenen Zellen gebildet werden.

In dem eigenthümlichen Umstande, dass an gewissen Stellen die Kerne der noch kegelförmigen Hypodermiszellen in die Tiefe gerückt sind, dass an diesen Stellen fernerhin eine Vermengung der Epithelfaserung mit der Gliafasermasse stattfindet, haben wir ein Abbild der histogenetischen Vorgänge bei der Entstehung der Neuroglia zu erblicken. Wir sind es seit Langem bereits gewohnt, bei den Wirbelthieren bis in späte Stadien, ja zeitlebens einen Theil der Neuroglia, das Ependym, epithelialen Charakter beibehalten zu sehen. Wir können weiterhin verfolgen, ontogenetisch wie auch vergleichend histologisch, dass ein Abrücken der epithelialen Elemente von der freien Fläche (Centralcanal) stattfindet. Dieses Abrücken wird eingeleitet durch ein Abrücken der Kerne mit der Hauptmasse des Zelleibes, wobei zunächst ein „Epithelfortsatz“ erhalten bleiben kann. Zugleich verzweigt sich der basale Fortsatz nach allen möglichen Richtungen. Schwindetschliesslich der Epithelfortsatz, so haben wir die typische Gliazelle, den Astrocyten vor uns. Daneben kann das Ependym in höherem oder geringerem Grade erhalten bleiben, sei es nun, dass die Zellen als gestreckte unverzweigte Elemente die ganze Dicke des Medullarrohres durchziehen, sei es, dass der basale Antheil in mehrere Fortsätze zerfällt und so eine Art Uebergangstypus zu den Astrocyten liefert. Ich brauche diese Hinweise wohl nicht weiter auszuspinnen, es genügt ja, diese längst bekannten Einzelheiten, die vor allem mit Hilfe der Golgimethode in den Werken von RETZIUS, LENHOSSEK, CAJAL u. s. w. ausführliche Bearbeitung fanden, angedeutet zu haben.

Ganz ähnlich nun ist es bei Sigalion zu finden, und ich folge hier im wesentlichen dem Gedankengange HATSCHKE's, wie er ihn

in seinem Lehrbuche wiedergegeben hat. Die hohen kegelförmigen epithelialen Faserzellen entsprechen in ihrem feineren Bau vollkommen, in ihrer Anordnung annähernd den Ependymzellen der Wirbelthiere. Gewisse Zellen zeigen bereits die Tendenz zu einer Veränderung ihrer Lage und äusseren Form; der Kern rückt tiefer, die Zelle bleibt noch durch einen „Epithelfortsatz“ mit ihrem Mutterboden verbunden, der basale Theil der Zelle splittert nach mehreren Richtungen auseinander und seine Fortsätze vermengen sich mit denen der echten Gliazellen, die sich schon vollkommen vom Epithel emancipirt und astrocytenartige Form angenommen haben.

Und so erübrigt es uns noch, für eine Weile unsere Aufmerksamkeit der echten Neuroglia im Sigalionbauchmark zuzuwenden.

Wir sehen (Fig. 36) den nervösen Strang umgeben von einer faserigen Hülle, dessen einzelne faserige Elemente durch Eisenhämatoxylin gleich den Epithelfasern tief schwarz imprägnirt werden. Von diesem Gliahohlcyylinder strahlen Fasern in das Innere der Nervenmasse ein. Die Kerne der Glia liegen meist mehr peripher, nur wenige verirren sich tiefer in die Nervenmasse hinein. Gegen die mediale Seite hin liegt der Gliaring dem medianen Faserbündel dicht an (*MFb*) und gibt vielleicht sogar Fasern an dasselbe ab, genau so wie nach meiner obigen Darstellung auch laterale Faserbündel von der Hülle abzweigen können.

Etwas abweichend ist die Vertheilung der Neuroglia bei *Sthenelais*. Die die eigentliche Nervensubstanz einschliessende Hülle ist lange nicht so dick als bei *Sigalion*, die Glia setzt sich in vielfachen Septen und Balken zwischen die Nervenmassen fort. Hiebei ist zu bemerken, dass in viel grösserem Ausmasse Gliakerne in die Mitte der Nervensubstanz hineingelangen. Der Zusammenhang der Neuroglia mit dem Epithel ist bei *Sthenelais* in viel ausgedehnterem Masse vorhanden. Die Hypodermis hat ein dichteres, mehr epitheliales Gefüge, die einzelnen Zellen sind nicht wie bei *Sigalion* die kegelförmigen Faserzellen, durch ein blasiges Gewebe auseinandergedrängt. Lateral vom Bauchmark und in der Medianlinie setzt sich das Epithel einfach direct in die Gliahülle, respective in ein Gliaseptum fort. Und in dieser Hülle und dem Septum liegen zahlreiche Kerne, die nichts anderes sind als in die Tiefe gerückte Kerne ursprünglich epithelial gelegener Stützzellen und in den sich weiterhin abzweigenden Septen und Balken finden sich gleichfalls diese Kerne.

Versucht man, das Bauchmark von Sthenelais mit Eisenhämatoxylin zu färben, so ergibt sich nicht im Entfernten eine so schöne und klare Anschauung wie bei dem verwandten Sigalion. Vor allem die epithelialen Stützzellen erscheinen als eine dichte schwarze Masse, in der man Mühe hat, die Fasern einzeln zu verfolgen, ganz anders wie bei den schön isolirt stehenden Faserzellen von Sigalion (siehe z. B. Fig. 32). Nur an sehr dünnen Schnitten und an solchen, die stark differenzirt, wo also viele Fasern bereits entfärbt sind, sieht man etwas mehr. Ein dem blasigen Gewebe von Sigalion entsprechendes findet sich, wie erwähnt, bei Sthenelais nur dorsal von der Nervenmasse (Fig. 29 *bl G*).

Kehren wir zur Glia von Sigalion zurück.

Eine der Hauptfragen in der Gliaforschung ist die nach der Zugehörigkeit der Fasern zu Zellen. Stehen alle Gliafasern noch mit den Zellen, deren Erzeugnis sie sind, in anatomischer Beziehung oder nicht? Dieses seit WEIGERT's Arbeit viel discutierte Problem wird auch uns, soweit es auf die untersuchten Objecte ankommt, interessieren, ein näheres Eingehen wird sich jedoch erst empfehlen, nachdem wir einen Ueberblick über sämtliche Thatsachen unserer Untersuchung gewonnen haben.

Soviel aber muss jetzt schon gesagt werden. Die Beziehung einer grossen Menge von Fasern zu Zellkörpern kann unzweifelhaft nachgewiesen werden. Und zwar sehr leicht dann, wenn man stark entfärbte Präparate untersucht. Da sind dann nur wenige Fasern durch ihre Schwarzfärbung hervorgehoben, man hat kein undurchdringliches Gewirr vor sich und kann den Verlauf der einzelnen Gliafasern leichter verfolgen.

Betrachten wir die Figuren 34, 35 und 30 und vergleichen wir damit beispielsweise die Abbildungen ERIK MÜLLER's. Welche hochgradige Uebereinstimmung! Zellen mit mehr weniger zahlreichen, sich allmählich verjüngenden plasmatischen Fortsätzen und dem Plasmaleib, sowie den Fortsätzen dicht anliegend scharf individualisirte, im ganzen Verlaufe gleich dick bleibende Fasern, mit Eisenhämatoxylin intensiv geschwärzt. Nicht die Fasern selbst sind Fortsätze der Zellen, sondern sie ziehen nur mit den plasmatischen Fortsätzen, die sich jedoch bald bis zur Unsichtbarkeit verjüngen, in die Weite und in einiger Entfernung von der Zelle scheinen nur sie allein vorhanden. Das Verhältniss ist auch nicht so, dass etwa die protoplasmatischen Zellfortsätze an irgend einer Stelle ihre stoff-

liche Natur änderten und in die Gliafasern übergangen, diese sind von Anfang an da und verlaufen nur in Begleitung der Plasmazipfel, was ich ganz besonders gegen ERIK MÜLLER und den sich ihm anschliessenden STUDNIČKA betonen muss. In gewissem Sinne hat also WEIGERT recht, wenn er die Gliafasern nicht als besonders beschaffene Zellfortsätze anerkennen will. Und noch ein Zweites ist es, worin WEIGERT das Richtige getroffen hat. Er hat nämlich darauf hingewiesen, dass sehr oft die Gliafasern nicht erst in einer gewissen Entfernung vom Kern beginnen, sondern bogenförmig am Kerne vorüberlaufend nach zwei verschiedenen Seiten von der Zelle aus sich erstrecken. Diese Beobachtung kann ich vollkommen bestätigen und möchte derselben eine ziemlich allgemeine Giltigkeit zuschreiben. Ich glaube nämlich, dass sämtliche Gliafasern in der von WEIGERT beschriebenen Weise am Kerne, beziehungsweise am centralen Theil der Astrocyten vorüberlaufen, dass sie also, um mich unserer Ausdrucks- und Anschauungsweise zu bedienen, zwei protoplasmatischen Zellfortsätzen angehören und anliegen, also den Zellleib gewissermassen passiren, in ähnlicher Weise wie nach BETHE's Darstellung etwa die Neurofibrillen die Ganglienzellen passiren. Ein Unterschied liegt nur darin, dass die Neurofibrillen im Innern des Plasmas gelagert sind, während die Gliafasern der protoplasmatischen Substanz nur von aussen dicht anliegen oder wenigstens nur in einer äusseren ectoplasmatischen oder Rindenzone der Gliazelle verlaufen.

In Fig. 30 sieht man an der einen Gliazelle drei Gliafasern, welche in dem eben geschilderten Verhältnisse zur Zelle stehen, sie verlaufen sämmtlich tangential an dem Aussencontour des Protoplasmakörpers. Das Bild ist einem Schnitte durch das Bauchmark von Sthenelais entnommen. In Fig. 34 und 35 (Sigalion) sieht man keine einzige derartige vorbeilaufende Faser, alle Fasern enden in einer gewissen Entfernung vom Kerne. Immerhin sieht man, dass z. B. in Fig. 35 die von rechts unten kommende Gliafaser über den Kern wegziehend erst jenseits desselben endigt. Mir scheint es vollkommen sicher zu stehen, dass diese Bilder nur infolge der Schnittführung zustande kommen. Es ist einfach ein Theil der betreffenden Faser im Schnitte nicht enthalten. Nebst vielen anderen Umständen dürfte besonders folgender für die Unterstützung dieser Ansicht von grosser Bedeutung sein: in den Fällen nämlich, wo wir in dünnen Schnitten „vorüberlaufende Glia-

fasern“ sehen, kreuzen dieselben den Kern nicht, sondern bilden meist die Aussencontour des Zellkörpers, und zwar aus dem Grunde, weil sie eben gerade in der Ebene des Schnittes liegen und wir gewissermassen ein Profilbild vor uns haben (Fig. 30). Nun wissen wir ja, dass nach allen Seiten hin Fasern an der Zelle in dieser Weise vorüberlaufen können, auch in anderen Ebenen als der Schnittebene. Solche Fasern werden dann über oder unter dem Kerne gelegen erscheinen, werden ihn kreuzen, und es ist auch begreiflich, dass sie recht oft abgeschnitten werden müssen (Fig. 34 und 35).

Wenn ich das hier Ausgeführte mit dem vergleiche, was ERIK MÜLLER über das Verhältnis der Fasern zum Protoplasma aussagt, so ergibt sich eine gewisse Differenz unserer Meinungen, indem ich der Ansicht dieses Autors, die Gliafasern seien einfach stofflich veränderte Zellfortsätze, nicht beipflichten kann.

Hiemit hätte ich die uns interessirenden Details bei den von mir untersuchten Polychaeten erledigt und ich wende mich nunmehr zu den Oligochaeten, als deren Repräsentanten mir verschiedene Lumbricusarten und eine Enchytraeiden species zu Gebote stand.

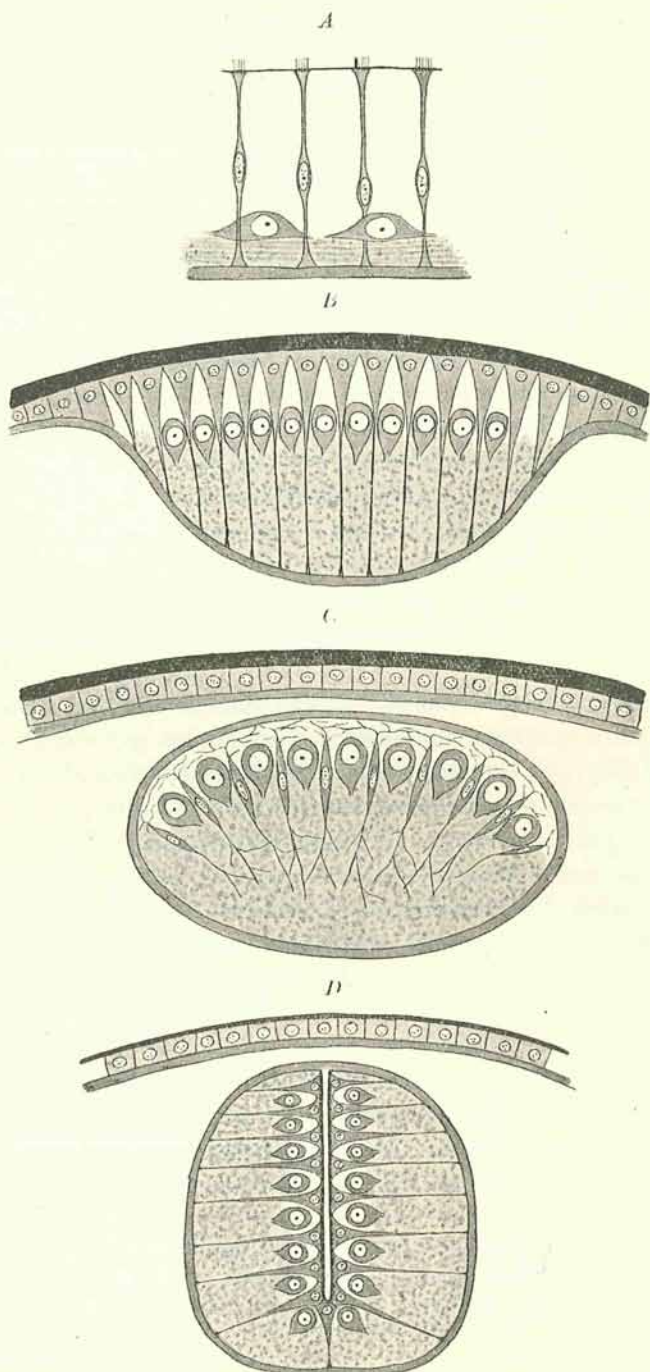
Wie allgemein bekannt, ist das Bauchmark der Lumbriciden vollständig von seinem epithelialen Mutterboden getrennt, es gehört dem von HATSCHKE aufgestellten Delaminationstypus an.

Wir wollen uns, der Anregung HATSCHKE's folgend, über die Art dieses Delaminationsvorganges ein bisschen genauer orientiren; dabei wird sich auch die Nothwendigkeit ergeben, Vergleiche mit den Zuständen des Nervensystems anderer Typen anzustellen. Und hier müssen wir bei recht niedrigen Formen beginnen, bei den Coelenteraten. Vor allem den classischen Untersuchungen der Brüder HERTWIG verdanken wir hier in erster Linie bedeutungsvolle Einblicke.

Das noch nicht centralisirte Nervensystem der Actinien sowie auch das bereits centralisirte der Medusen zeigt ein ganz bestimmtes Schichtungsgesetz. In der Figur A der schematischen Abbildung 1 habe ich dies darzustellen versucht.¹⁾

¹⁾ Diese schematische Darstellung hält sich, vor allem was die Figuren B, C, D betrifft, an die betreffenden Figuren in HATSCHKE's Lehrbuch. Die Cuticula, resp. der freie Epithelsamen ist schwarz gehalten, die Basalschicht (Bindegewebsschicht, Neurilemma) grau. In den Figuren C und D (Delamination und Invagination) ist das Integument mit angegeben.

Abbildung 1.



Wir ziehen hier nur jene histologischen Elemente in Betracht, die zum Nervensystem in Beziehung stehen.

Langgestreckte Stützzellen durchziehen die ganze Höhe des Epithels von der Basis bis zur freien Seite, sie haben vollkommen epithelialen Typus bewahrt. Zunächst der Epithelbasis hat sich weiterhin die Nervenfasermasse gesondert und über dieser, der freien Seite bereits näher, doch immerhin noch eine besondere tiefe Schichte des zusammengesetzten Epithels bildend, die Ganglienzellen. Darüber folgen die übrigen Epithelelemente, Sinnes-, Nessel-, Drüsenzellen u. s. w., die indessen in der Abbildung nicht dargestellt sind.

Ähnliche Verhältnisse zeigen in mehr oder weniger modificirter Weise die Coelomaten mit epithelial gelagertem Nervensystem, z. B. die Polychaeten; auch hier wieder Stützzellen von epithelialelem Habitus, die ganze Höhe des Epithels durchsetzend, basal die Nervenfasernlage, weiter nach aussen die Schicht der Ganglienzellen. Die übrigen dem Ectoderm eigenthümlichen Zellarten (Drüsenzellen etc.) fehlen bereits meistens im Bereiche des centralisirten Nervensystems, die einzigen in epithelialer Anordnung verbliebenen Elemente sind demnach die Stützzellen. Es sei auch auf die Uebereinstimmung hingewiesen, die nach der Schilderung STUDNICKA'S, zwischen der Schichtung in der Wand der Parietalorgane und der im Nervensystem der niederen Thiere, etwa der Actinien, besteht. (Wir wollen hier jedoch daran erinnern, dass in Wirklichkeit ein Theil der Stützelemente bereits die epitheliale Lage und Form verlassen und zu echter Glia sich umgewandelt hat, ferner dass bei vielen Typen [Sigalion] eine weitere Verschiedenheit sich durch die Sonderungen der Nervenmasse in seitliche Stränge und durch die Ausbildung des blasigen Gewebes ergeben hat, Umstände, die indessen für unsere schematische Betrachtung gar nicht ins Gewicht fallen.)

Die Basis des epithelial gelagerten Nervensystems wird selbstverständlich gleich dem übrigen Ectoderm von der Basalschicht (*Bs*) begleitet, darauf folgt Musculatur und Peritoneum.

Von dem Zustande der epithelialen Lagerung hat sich nach zwei verschiedenen Seiten hin das Nervensystem weiter entwickelt.

Im Kreise der Anneliden selbst noch ist der Delaminationszustand eingetreten. Die ganze nervöse Verdickung hat sich von der Hypodermis in Form einer Platte losgelöst, die Basalschicht sammt der darauf folgenden Muskel- und Peritonealschicht haben

sich rings um des Bauchmark herumgeschlagen und bilden so einen Ueberzug desselben. Dieser Delaminationsvorgang kommt schon bei vielen Polychaeten vor. Bei manchen Formen zeigt das Bauchmark sowohl epithelial gelagerte als delaminirte Partien; stellenweise ist der Zusammenhang mit der Hypodermis noch durch dünne Stränge erhalten (WAWRZIK). Aehnliches ist bei manchen Oligochaeten (Fig. 27) auch der Fall. Bei den Lumbriciden ist die Delamination vollkommen.

Im delaminirten Nervensystem, dessen nach aussen gewendete (ventrale bei den Anneliden) Fläche gewissermassen noch der freien Fläche des ursprünglichen Neuroepithels entspricht, geht jedoch der epitheliale Charakter nunmehr ganz verloren, indem nämlich in einem solchen Nervensystem sich epithelartige Stützelemente nicht mehr nachweisen lassen, die etwa von der dorsalen zur ventralen Fläche des Bauchmarkes hindurchziehen. Man findet nur noch Neurogliazellen von dem gewöhnlichen Habitus.

Wir haben uns wohl die Sache in der Weise vorzustellen, dass eben bei der Delamination nur die nervöse Substanz mit der sie unmittelbar umgebenden und durchziehenden Glia sich losgelöst hat, während die epithelialen Stützzellen als solche im Epithel verblieben. Wir dürfen ja nicht etwa denken, dass der Delaminations-typus des Nervensystems auf einen derart hoch differenzirten Zustand zurückzubeziehen sei, wie er uns bei Sigalion begegnet, sondern vielmehr auf einen solchen, wie er in der schematischen Figur B dargestellt ist. Freilich muss der Ablösung eine theilweise Umwandlung epithelialer Stützzellen in echte Gliazellen vorangegangen sein, um das Material für die Glia des delaminirten Nervensystems zu liefern.

Anders gestalten sich bezüglich des Verbleibens epithelialer Elemente im Nervensystem die Verhältnisse bei der Invagination (D), die bei den Wirbelthieren allgemeine Regel ist. Hier findet eben keine Abspaltung einer tieferen Lage des Ectoderms, sondern eine Einstülpung der ganzen nervös differenzirten Fläche statt, die freie Epithelfläche bleibt dabei erhalten, indem sie die Begrenzung eines hohlen Rohres bildet, und damit erhält sich auch der epitheliale Charakter eines Theiles der Stützsubstanz (Ependym), während ein anderer Theil in gleicher Weise wie bei der Delamination zur Neuroglia s. str. sich verwandelt.

Aus diesen Erwägungen ergeben sich einige Ausblicke in phylogenetischer Hinsicht.

Wir sehen bei den ältesten Formen (Coelenteraten), von welchen zweifellos alle übrigen höheren Thiertypen abzuleiten sind, ein bestimmtes Schichtungsgesetz auftreten, wonach das Nervensystem sich zusammensetzt aus Stützelementen von epitheliale Habitus, den nervösen Fortsätzen der Ganglienzellen (Nervenfasern), welche die tiefste Lage des Neuroepithels einnehmen, und den nach aussen davon gelagerten Ganglienzellen. Dieses Schichtungsgesetz vererbt sich auf alle höheren Formen, indem es dabei nur an Complicationen gewinnt.

Ein Theil der Stützsubstanz löst sich aus dem epithelialen Verband und bildet die Neuroglia, ein anderer Theil bleibt epithelial, steht aber dann bei den Typen mit epithelial gelagertem Nervensystem nicht in so inniger Beziehung zur Nervensubstanz wie die Neuroglia (Sigalion!), nur stellenweise sahen wir da einen Uebergang der epithelialen Stützzellen in die Neuroglia als bedeutungsvolle Andeutung des histogeneticshen Zusammenhanges.

Bei der Delamination des Nervensystems (z. B. Lumbricus) kommt nur Nervensubstanz und echte Glia zur Sonderung und Verlagerung in die Tiefe.

Bei der Invagination (Wirbelthiere) werden alle Elemente des epithelialen Urzustandes in den definitiven Aufbau eingeschlossen.

Die Ependymzellen der Wirbelthiere zeigen in Bezug auf feineren Bau und auf ursprüngliche Lagerung die auffallendsten Uebereinstimmungen mit den kegelförmigen Zellen von Sigalion und werden oft damit verglichen (Lwoff). Sie sind auch ganz gewiss homolog. Beide zeigen nebst der eben erwähnten Gemeinsamkeit auch deutliche Beziehung zur Neuroglia, bei den Wirbelthieren in ganz ausgedehnter, bei Sigalion und Verwandten nur in sehr beschränkter Weise. Eine phylogenetische Verknüpfung von polychaetenartigen Thieren und Wirbelthieren ist jedoch, wie aus vielen anderen Gründen, so auch auf Grund des Nervensystems unmöglich anzunehmen. Der bei den Wirbelthieren herrschende Zustand ist selbständig auf einen sehr einfachen epithelialen Zustand (siehe oben) zurückzuführen, wie er uns bei keinem der modernen Anneliden begegnet. Es muss also eine tiefer stehende gemeinsame Stammform sein, vielleicht ganz zu unterst in der Nähe der Coelenteraten, von der nach einer Seite hin die Anneliden, nach der andern Seite die Vertebraten abzweigen sich abgezweigt haben. Unter den Anneliden wieder muss sich sehr frühzeitig ein zu den heutigen Oligochaeten hinüber-

führender Delaminationstypus herausgebildet haben. Während die Delamination nur die basalen Schichten des Epithels betrifft, betrifft die Invagination die ganze Dicke desselben. Die zwei Typen haben also gar nichts miteinander zu thun.

Es läge nämlich nahe, in missverständlicher Deutung des HATSCHEK'schen Schemas das invaginirte Nervensystem von einem delaminirten abzuleiten, wonach also die Trennung des Neuroepithels vom Mutterboden der primäre, die Zusammenfaltung oder -Rollung zum Medullarrohr der secundäre Vorgang wäre. Wir haben jedoch gezeigt, dass bei der Delamination der epitheliale Bau spurlos verschwindet; von einem solchen Zustand kann aber dann nicht der röhrenförmige, epitheliale seinen Ausgangspunkt genommen haben. Uebrigens geht dies alles schon aus HATSCHEK's Ausführungen deutlich hervor.

Ich möchte hier noch betonen, welch grosses Interesse gerade vom Standpunkte der Neurohistologie die Enteropneusten für die Phylogenie der Vertebraten darbieten. Im Dorsal- und Ventralnervenstrang ganz cölenteratenähnliche Bauverhältnisse, während im Kragenmark so ungemein bemerkenswerthe, an die Vertebraten erinnernde Eigenthümlichkeiten zur Ausbildung kommen. (Canalbildung, Invagination?)

Für mich erscheint die Annahme, dass die Enteropneusten eine bedeutungsvolle Zwischenstufe zwischen sehr niedrigen Metazoen und den Chordoniern vorstellen, gerade vom vergleichend histologischen Standpunkt (und hier nicht blos in Bezug auf das Nervensystem) als eine recht gut gestützte und begründete.

Indem wir uns der ausführlichen Beschreibung des delaminirten Nervensystems der Lumbriciden zuwenden, wollen wir mit den Hüllen derselben beginnen.

Wie erwähnt und schon in allen älteren Beschreibungen ausführlich erörtert, besitzt das Bauchmark hier eine Hülle, die im wesentlichen alle Bestandtheile des Hautmuskelschlauches, wenn auch in nicht ganz derselben Anordnung enthält und deren Entstehung bei der Versenkung des Nervensystems in die Leibeshöhle ohne weiteres verständlich erscheint.

Der nervösen Substanz dicht anliegend und sie überall umschliessend folgt eine Schichte, die von den Autoren sehr verschieden benannt worden ist, als Neurilemm, Basalmembran, Tunica propria u. s. w. Sie sendet, wie gleichfalls längst bekannt, an verschiedenen Stellen Fortsätze in die Tiefe, deren Detail bei FRIED-

LÄNDER, ROHDE, HALLER, CLAPARÈDE u. a. genau dargestellt ist, so dass ich hierauf, da es uns ohnedies nicht weiter interessirt, nicht einzugehen brauche. Auf meinen Fig. 24 und 26 sind übrigens diese tiefen Fortsätze theilweise angedeutet.

Die Substanz dieser Hülle wird meist als homogen angegeben, auch ich kann keine bestimmten Structuren darin nachweisen und möchte sie daher gleichfalls als homogen bezeichnen. Ihre Dicke und ihr Verhältniss zu den nach aussen davon liegenden Gewebsmassen ist jedoch grossen Schwankungen unterworfen. Bei manchen Species sehr dick und durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen schon im ungefärbten Zustande auffallend, ist sie bei anderen wieder so zart, dass sie nur durch gute Färbung (z. B. VAN GIESON, wobei eine rothe Tinction eintritt) zur Wahrnehmung gelangt. (Vergleiche hiezu die Fig. 1, 2, 3, 6, 23, 26, in sämtlichen, mit N1 bezeichnet.) Auch ist sie meist im vorderen Bereich des Körpers recht dick und nimmt gegen hinten an Dicke ab. Eine bisher nicht bekannte Differenzirung in dieser Hüllmembran konnte ich, besonders an solchen Stellen, wo sie etwas dicker war, feststellen (Fig. 23. auch 24). Die homogene Hüllmasse erschien nämlich durch eine einfache Lage parallel verlaufender Fasern in zwei Unterabtheilungen zerfällt, von denen die innere beträchtlich dünner war als die äussere. Das Verhältniss der Dicken der beiden so getrennten Schichten war etwa 1:2 bis 1:4. Diese zwischengelagerten Fasern verliefen im Bauchmark parallel der Längsrichtung, erschienen also auf Querschnitten als Punkte, die schon im ungefärbten Zustand oft leicht sichtbar waren, da sie das Neurilemm (wir wollen diesen Namen für die Hülle vorläufig acceptiren) an Lichtbrechungsvermögen noch übertrafen. Bei langdauernder Hämatoxylineinwirkung (Stückfärbung mit verdünntem DELAFIELD oder mit Hämalan) färbten sie sich intensiv blau, fast schwarz und fielen vor allem bei Gegenfärbung mit VAN GIESON in dem roth gefärbten Neurilemm sehr auf. Sonst färbten sie sich auch intensiv mit Picrinsäure, zeigten also in färberischer Hinsicht gewisse Aehnlichkeit mit elastischen Fasern, denen sie auch im optischen Verhalten und sonstigem Habitus nahe stehen. Indessen gelang es mir nie, sie in durchaus befriedigender Weise mit Orceïn oder WEIGERT'scher Elastinfärbung zu tingiren.

Diese Fasern setzen sich nach vorne in die Schlundcommisuren fort und waren auch in der Neurilemmhülle des Cerebralganglions nachzuweisen. Ihr Verlauf war hier meist ein mehr transversaler.

Wenn wir uns an das bei den Polychaeten, ferner an das gelegentlich der Besprechung des Delaminationstypus Gesagte erinnern, werden wir ohne weiteres einsehen, dass die Neurilemmhülle keiner anderen Bildung entsprechen kann als der als Basalschicht bezeichneten subepithelialen Lage. Wir haben den Terminus Basalmembran, der sowohl für die Basalschicht als für das Neurilemm häufig gebraucht wird, vermieden, weil er gleichsam in sich eingeschlossen schon die Ansicht enthält, dass sie ein Product des Epithels, beziehungsweise des Bauchmarkes sei. Diesen Standpunkt kann ich nicht theilen, ich halte die Basalschicht der Haut und ebenso das Neurilemm für eine mesodermale Differenzirung, für einen Abkömmling des Coelomepithels, gleich den Muskeln des Hautmuskelschlauches und der zwischen ihnen befindlichen Stützsubstanz. Dieser Standpunkt ist durchaus nicht neu, wie ein Blick in die Literatur beweist, ich möchte aber zu seiner Unterstützung noch einige, wie mir scheint, bisher wenig oder gar nicht ins Feld geführte Momente hier vorbringen.

Schon bei Gelegenheit der Basalschicht unter der Epidermis und der Bauchmarkverdrückung der Polychaeten habe ich die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, dass sich an gewissen Orten ein Blatt der Basalschicht in die Tiefe schlagen, den Muskelschlauch von innen her überziehen kann und überhaupt enge Beziehungen zum Coelomepithel verräth. Es war dies schon ein starker Anhaltspunkt zu Gunsten der mesodermalen Natur der Basalschicht und ihrer Homologa. Sehen wir uns darauf die Verhältnisse bei den Oligochaeten an. Wir werden hier drei Gewebsbildungen zu berücksichtigen haben: 1. Das Neurilemm, 2. die Basalschicht der Epidermis, 3. die intermusculäre Stützsubstanz, die selbstverständlich auch Gefässe und Nerven führt, und zwar sowohl die intermusculäre Substanz des Hautmuskelschlauches als auch der Bauchmarkshülle.

Ein wichtiges Ergebnis ist vor allem, dass alle diese drei Dinge färberisch und structurell vollkommene Uebereinstimmung zeigen. Es ist eine ziemlich homogene Substanz, wie schon beim Neurilemm hervorgehoben, die in zwei continuirlichen Schichten das Neurilemm und die Basalschicht bildet, und die in Form eines Netz- und Balkenwerkes ein Gerüst bildet, in welchem die Muskeln liegen (Fig. 6, 25). Zerstreut eingelagerte Kerne mit Protoplasma sind als Erzeuger dieser Stützsubstanz, also als eine Art von Bindegewebskörperchen anzusehen. Leider ist es mir bisher nicht gelungen, zu einer befriedigenden

Klarheit über das feinere histologische Verhältnis dieser Zellkörper zu der Stützsubstanz zu kommen, und auch die in der Literatur hierüber vorhandenen Angaben konnten mir dieselbe nicht verschaffen. Man wäre öfters versucht, das intermusculäre Netz als ein Netz von Zellfortsätzen anzusehen, wie dies auch in der Arbeit von CERFONTAINE geschieht, ich glaube aber allen Grund zur gegen-theiligen Meinung zu haben: Die homogene Stützsubstanz ist ein Product der Bindegewebszellen, ähnlich etwa der Knorpelgrundsubstanz oder anderen Grundsubstanzen der Wirbelthiere und in seiner vollen Ausbildung in keiner engeren Verbindung mehr mit dem Protoplasma der Matrixzellen.

Versuchen wir weiters uns über die Beziehung des intermusculären Bindegewebsnetzes zunächst zur Basalschicht der Epidermis zu unterrichten, so kann man auf gut gefärbten Schnitten mit Leichtigkeit feststellen, dass hier ein continuirlicher Zusammenhang besteht. Schnitte, die nach VAN GIESON gefärbt sind, wobei die Binde substanz eine leuchtend rothe Farbe annimmt, zeigen dies aufs deutlichste. Da sieht man nämlich (Fig. 25), wie von der Basalschicht neben den Ringmuskeln vorbei zarte Stränge oder Platten sich mit dem zwischen den Muskeln gelegenen Bindegewebe verbinden. Inwieweit diese zarten Stränge kein Kunstproduct sind und nicht am Ende der Raum zwischen den Muskelfasern in Wirklichkeit durch grössere compactere Massen der anscheinend sehr weichen, gallertigen und daher wahrscheinlich leicht schrumpfenden Binde substanz ausgefüllt sind, kann man nicht ohne weiteres entscheiden. Jedenfalls, und wir werden dies sofort näher betrachten, kommen Fälle vor, wo man thatsächlich im Präparate eine derartige massige Ausfüllung der Zwischenräume vorfindet. Dies sieht man z. B. auf Fig. 24. Während nämlich bei manchen Lumbricusarten das Neurilemm, ähnlich wie die Basalschicht in Fig. 25', nur durch zarte Stränge mit dem intermusculären Gewebe der Bauchmarkhülle verbunden ist und so den Eindruck einer recht scharfen Abgrenzung macht (Fig. 23), gibt es andere Fälle, in welchen die Binde substanz zwischen den Bauchmarkmuskeln sehr mächtig ausgebildet und durch breite Brücken mit dem Neurilemm in Verbindung gebracht ist. Man sieht, wie verschieden das sich darbietende Bild ausfällt, wenn man Fig. 23 und 24 vergleicht. In ersterer das Neurilemm als selbständige Schicht imponirend, in letzterer von der übrigen Binde substanz gar nicht abgrenzbar und nur durch die eingelagerte Längsfaserschicht (*Nf*) als etwas Besonderes gekennzeichnet. Und ganz in derselben Weise

kann sich der Hautmuskelschlauch darbieten, die Basalschicht erscheint in breitem, massigem Zusammenhang mit der tiefer gelegenen Binde-substanz. Auf eine diesbezügliche Abbildung habe ich verzichtet, man kann sich die Dinge ja ohne weiteres mit Rücksicht auf die analogen Verhältnisse der Fig. 24 vorstellen.

Wir sehen also, dass Basalschicht und Neurilemm nichts weiter sind, als besonders bevorzugte Grenzschichten der allgemein im Körper verbreiteten homogenen Stütz- oder Binde-substanz, die vor allen dann sehr deutlich und als selbständige Bildungen erscheinen, wenn die inter-musculäre Substanz blos in zarten Balken, Platten und Netzen ausgebildet ist, die aber ihre Eigenart theilweise verlieren, sobald die benachbarte Binde-substanz an Masse bedeutender ist. Uebrigens möchte ich hier noch betonen, dass diese Grenzschichten, vor allem aber das Neurilemm nebst ihren anatomischen Eigenthümlichkeiten (flächenhafte, membranartige Anordnung, Einlagerung von andersartigen Fasern) auch in ihrer Substanz eine etwas modificirte, verdichtete Abtheilung der allgemeinen Binde-substanz darstellen. Es ist dies verständlich, wenn man bedenkt, dass sie als Stütz-, beziehungsweise Hüllmassen für die Epidermis und das Bauchmark dienen, während das intermusculäre Gerüstwerk im Interesse der Contractionsmöglichkeit der Muskeln zarter und nachgiebiger wird sein müssen.

Nach all dem wird es keinem Zweifel mehr unterliegen, dass die Basalschicht der Epidermis und die Neurilemmhülle des Nervensystems anatomisch, histologisch und, was am wichtigsten ist, histogenetisch mit der intermusculären Binde-substanz zusammengehört. Da letztere ihre Entstehung auf das Mesoderm zurückleitet, so müssen wir dies auch für Basalschicht und Neurilemm annehmen. Dieselben stellen also keineswegs Basalmembranen des Epithels, noch weniger des gar nicht mehr epithelial gebauten Bauchmarks dar, sondern sind mesodermale Bildungen.

Beim Epithel hätte ja die Annahme einer Basalmembran keine so grosse Schwierigkeit.

Wir kennen doch Fälle von zweifellos epithelogenen Basalmembranen; immerhin ist bei der Beurtheilung Vorsicht nöthig, weil viele Dinge so bezeichnet wurden und noch werden, denen diese Bezeichnung nicht gebührt. Ich erinnere an die Cutis des Amphioxus, die von vielen Autoren als Basalmembran (ich verstehe hierunter natürlich immer vom Epithel erzeugte Schichten) ange-

sehen wurde und deren mesodermale Natur ich auf Grund vielfacher Indicien nachweisen konnte. Auch in dem vorliegenden Falle, beim Regenwurm, ergab sich aus der genaueren Berücksichtigung sämtlicher Umstände eine Entscheidung zu Gunsten der Annahme einer mesodermalen Stützsubstanz. Noch schwieriger wäre es, beim Bauchmark die hier meist noch bedeutend dickere und höher differenzierte (Längsfasern!) Neurilemmenschicht als von diesem herstammend zu betrachten. Während wir wissen, dass epithelial angeordnete Zellen ganz wohl an der Basis eine echte Basalmembran auszuschleiden vermögen, sind wir nicht imstande, in diesem Nervensystem irgend welche Zellen nachzuweisen, denen diese Aufgabe zugemuthet werden könnte. In dem delaminirten Nervensystem, das wir hier vor uns haben, sind sämtliche Zellelemente entweder zur nervösen Structur oder zur echten Gliasturctur differenzirt, es ist nicht möglich, eine weitere Zellart nachzuweisen, die man dann mit der Herstellung des Neurilemmes in Beziehung bringen könnte.

Der genetische Zusammenhang zwischen der homogenen Binde substanz und den sie erzeugenden mesodermalen Zellen kann ein verschiedener sein, oder besser gesagt, die Zellen können verschiedenen Charakters sein. Im Hautmuskelschlauch finden sich zwischen der Musculatur zerstreute Binde substanzzellen, Bindegewebskörperchen, die der homogenen Substanz an- und eingelagert sind. Diese haben den Hauptantheil an der Erzeugung dieser Substanz, man kann aber auch dem nach innen den Hautmuskelschlauch begrenzenden Coelomepithel nicht ganz die Betheiligung daran absprechen.

Dasselbe gilt von der Bauchmarkshülle: im intermusculären Bindegewebsnetz derselben zerstreute Zellkörper (Fig. 6 und 23), bei deren Beurtheilung jedoch berücksichtigt werden muss, dass ein Theil derselben sicher Muskelkerne sind, aussen ein Ueberzug von Peritonealepithel (*Pe*), der sich gleich den mesenchymatischen Bindegewebszellen durch einen je nach dem Individuum und nach den Species schwankenden Gehalt von Bacteroiden auszeichnet.¹⁾

¹⁾ Bei Gelegenheit der Erwähnung dieser „bacteroiden Körperchen“ kann ich es nicht unterlassen, mit aller Entschiedenheit zu betonen, dass wir in denselben absolut keine Bakterien zu erblicken haben. In diesem Sinne hat sich übrigens schon CUVENOT recht entschieden unter Anführung schlagender Beweisgründe ausgesprochen. Ihre ganz merkwürdige Gestalt, ihre wechselnde Grösse, ihre specifischen Formverschiedenheiten in den verschiedenen Lumbricusarten, ihr eigenartiges optisches Ansehen (matter Glanz, durchaus homogene Structur), die Unmöglichkeit, durch irgend welche Färbemethoden Structurdifferenzen wie bei Bakterien in ihnen nachzuweisen, sind Gründe genug für meine Aussage. Es sind vielmehr eigenthümliche Krystalloide, wahrscheinlich eiweissartiger Natur, wie sie in

Interessant ist das Verhalten, das Fig. 23 und 24 illustriren, vor allem letztere. Der beträchtlich dicke Ueberzug von peritonealem Epithel entsendet plasmatische Stränge in die Bindesubstanz, ja bis zwischen die Muskeln, und weist so auf die genetische Zusammengehörigkeit hin (a). Diese Eigenschaft der peritonealen Epithelien, Fortsätze in die darunterliegenden, von ihnen herstammenden Gebilde auszusenden, ist übrigens eine ziemlich allgemeine. Bei kleineren Würmern, bei denen der Hautmuskelschlauch sehr dünn ist, gibt es meiner Erfahrung nach gar keine mesenchymartigen Bindegewebszellen, dafür setzen sich die Peritonealepithelien in immer reicherer Verzweigung zwischen die Muskeln hinein fort, z. B. bei *Enchytraeus* (Fig. 27 Pe). Es sei hier auch noch an das übereinstimmende, von verschiedenen Autoren so geschilderte Verhalten des peritonealen Epithels bei Wirbelthieren erinnert. (Bindegewebspithelien, RABL.)

Wenn wir nunmehr daran gehen, die eigentliche Neuroglia der Oligochaeten genauer zu analysiren, kommen wir im allgemeinen zu denselben Resultaten, wie bei den Polychaeten und werden ausserdem eine auffallende Uebereinstimmung im Bau der Neuroglia zwischen Anneliden und Vertebraten auch bezüglich jener Punkte feststellen, auf die wir bisher weniger Gewicht gelegt haben.

Der wesentliche und jedenfalls physiologisch wichtigste Formbestandtheil ist hier wie bei den Wirbelthieren die Neurogliafaser. Haben wir bereits bei den Polychaeten die Möglichkeit gehabt, das Verhältniss derselben zu den Gliazellen zu überblicken, so wird uns dies in noch viel schlagenderer und verlässlicherer Weise im Nervensystem der Oligochaeten gelingen, es werden sich ausserdem noch einige neue interessante Details ergeben.

Vor allem ist es die recht bedeutende Grösse der histologischen Elemente, welche die Oligochaeten vor den Polychaeten in ganz besonderer Weise auszeichnet und sie zu den angenehmsten Studienobjecten der vergleichenden Histologie macht. Der Reichthum, in welchem die uns beschäftigenden Structuren im Nervensystem dieser Thiere vorhanden sind, und die Art ihrer Vertheilung bietet gleichfalls wünschenswerthe Hilfsmittel für die feinere Untersuchung,

den Geweben verschiedener Thiere in ähnlicher Beziehung zu zelligen Elementen vorkommen, z. B. in den Zwischenzellen des Hodens bei Säugethieren und beim Menschen, wo sie REINKE ausführlich beschrieben hat. Sie färben sich genau so wie die Krystalloide des menschlichen Hodens (LENNOSSEK) sehr leicht mit Eisenhämatoxylin.

und nicht zum wenigsten sind es gewisse Fixirungs- und Tinctionsmethoden, welche das Vorhandensein von Structuren nachzuweisen gestatteten, von denen man früher nichts oder nur Unbestimmtes wusste, genau so wie es vor der WEIGERT'schen Glimmethode bei der Neuroglia der Wirbelthiere der Fall war.

Die ersten Präparate vom Bauchmark des Regenwurmes, die ich noch vor dem Erscheinen der ERIK MÜLLER'schen Arbeit nach HEIDENHAIN färbte, und zwar ganz ohne die Absicht, mich über Glia zu orientiren, ergaben mir Bilder, die mir ganz neu und unerwartet waren, trotzdem ich mich schon lange und viel mit der Histologie der Lumbriciden beschäftigt hatte. Eine ungeheuere, an manchen Stellen ganz unentwirrbare Menge intensiv schwarz gefärbter Fasern. Die Fig. 1 gibt ein diesbezügliches Uebersichtsbild vom Querschnitt durch den vordersten Theil des Bauchmarkes. Man sieht vor allem das dichte Faserlager um die Ganglienzellenschicht, von welchem aus Stränge in die Fasersubstanz ausstrahlen, um sich in die einzelnen Fasern aufzulösen. Auch in die Nervenwurzeln (*Nw*) setzt sich die centrale Glia fort. Fig. 3 stellt ein Stück eines Längsschnittes durch die Schlundcommissur vor. Zwischen und annähernd parallel mit den zarten Nervenfasern verlaufen zahlreiche wellen- und korkzieherförmig gebogene Gliafasern, ausserdem sieht man, besonders an gewissen Stellen gehäuft, solche, die die Nervenfaserrichtung schräg oder quer kreuzen (vergl. auch Fig. 7). Es ist klar, dass, besonders bei schwacher Vergrösserung, von den Gliakernen in dem Wirrsal von Fasern nur schwer etwas zu sehen ist; es wird erforderlich sein, um die Vertheilung der Gliakerne leicht zu studiren, einen anders gefärbten Schnitt zu betrachten (Fig. 2). Dieser war blos mit DELAFIELD'schem Hämatoxylin (im Stück) gefärbt und wurde am Objectträger noch mit VAN GIESON'schem Gemisch behandelt.¹⁾

Die Kerne der Neuroglia halten sich in grösster Zahl an die Peripherie, an die Umgebung der Ganglienzellen, woselbst wir ja auch die stärkste Faseranhäufung feststellten, ferner an die Umgebung der Neurochorde und an die Hauptsepten der ins Innere

¹⁾ Der Effect dieser combinirten Färbung, die ich schon früher mit grossem Vortheil an anderen Objecten angewendet habe, ist ein ausserordentlich schöner. Die Kerne erscheinen tief blau, das Blut etwas schmutzig blau, Muskeln leuchtend gelb, Bindesubstanz (Neurilemm etc.) leuchtend roth, die Nervenfasermasse ein wenig orange. Ausserdem sind sehr oft die Neurofibrillen in den Achsencylindern, seltener in den Ganglienzellen, durch das Hämatoxylin tief blau bis schwarz gefärbt. Man sieht auf Fig. 2 die Quer- und Schiefschnitte der Neurofibrillen, vor allem in den Neurochorden und vielen grösseren Achsencylindern angegeben.

einstrahlenden oder dasselbe durchziehenden Neuroglia. Spärlicher finden sie sich in den feineren Verzweigungen der Gliamassen in der Mitte der Nervenstränge.¹⁾

Ueber das feinere Verhalten der Gliafasern lässt sich Folgendes aussagen. Mit Eisenhämatoxylin gefärbt (und anders konnte ich sie bisher nicht darstellen) zeigen sie sich als verschieden dicke, in ihrem Verlaufe stets gleich dick bleibende Fasern von gestrecktem bis stark welligem und schraubigem Verlaufe. Ihre Färbung ist meist tiefschwarz, nur bei längerer andauernder Differenzierung entfärben sich die dünneren Fasern allmählich, aber auch nur in unbedeutendem Masse. Dass auf Fig. 7 und 8 eine grosse Anzahl von Gliafasern nur in grauem Tone gehalten sind, hat nicht seinen Grund in einer wirklich im Präparate vorhandenen gleichen Färbung; es sind vielmehr durch den lichterem Ton die etwas tiefer liegenden Fasern angedeutet worden, um das Bild nicht allzu verwirrend zu gestalten. Thatsächlich waren in den betreffenden Schnitten alle Fasern ziemlich gleichmässig schwarz gefärbt.

Die Dicke der Fasern schwankt bedeutend; ich habe in Fig. 20 zwei möglichst verschiedene Dickenmuster bei sehr starker Vergrösserung dargestellt, um die Differenzen zu illustrieren; damit mag ich aber durchaus noch nicht die Extreme, vor allem nach unten hin, demonstrieren, ja ich glaube sicher, dass es noch dünnere Fasern gibt als die in Fig. 20b abgebildete. Die zwei gezeichneten Faserdicken betragen für *a* 1.7 μ , für *b* 0.1 μ , das Verhältnis war also hier 1:17.

Verzweigungen der Fasern scheinen nicht vorzukommen, und wo man darauf hindeutende Stellen findet, lässt sich das Verhalten durch Aneinanderlagerung erklären, so vor allem auch in der Nähe der Zellkörper, wenn viele Fasern auf einem Fortsatze zusammenlaufen und so scheinbar eine sehr dicke Faser bilden. Und was jene scheinbaren Verzweigungen betrifft, die entfernt von den Zellkörpern angetroffen werden, so ergibt sich schon aus ihrer grossen Seltenheit ihre geringe Bedeutung und wahrscheinliche Zurückführbarkeit auf zufällige Aneinanderlagerung oder Ueberkreuzung.

Die Anordnung der Gliafasern im Bereiche der Ganglienzellmassen ist eine recht wirre und anscheinend unregel-

¹⁾ In Fig. 2 ist durch die Bezeichnung *a* auf eine heterotopisch gelagerte Ganglienzelle aufmerksam gemacht. Es ist dies meiner Erfahrung nach beim Regenwurm ein sehr seltenes Vorkommnis.

mässige. Nur in der unmittelbaren Nachbarschaft der Ganglienzellen verlaufen sie tangential zur Oberfläche und begleiten auch in parallelem Verlaufe die von der Ganglienzelle entspringenden Fortsätze (Fig. 6).

Niemals sieht man, dass Gliafasern der hier geschilderten Art senkrecht gegen die Ganglienzelloberfläche orientirt sind oder gar in den Ganglienzellleib eindringen. Ich möchte dies vor allem in Bezug auf die mehrfachen Angaben von ROHDE betonen, nach dessen Darstellung Gliafasern in das Spongionplasma der Ganglienzelle übergehen sollen. Abgesehen davon, dass nach der ganzen übrigen Darstellung dieses Autors die von ihm gesehenen faserigen Strukturen nicht identisch sein können mit unseren Neurogliafasern, muss ich auch bemerken, dass ich auch keinerlei anderweitige nicht nervöse Faserstrukturen kenne, die ausser der Neuroglia im Nervensystem der Würmer in der von ROHDE geschilderten Deutlichkeit vorhanden wären und in die Ganglienzellen eindringen könnten. Was die hauptsächlich von ROHDE benützten Mollusken betrifft, so muss ich mich freilich hier etwas mehr in Reserve halten, da mir hier zu wenige Erfahrungen zur Verfügung stehen. So viel konnte ich aber bisher feststellen, dass auch den Mollusken eine der hier geschilderten ganz genau entsprechende Neuroglia zukommt. Ob andere Faserarten da sind, welche, wie dies ROHDE beschreibt, in die Ganglienzellen eindringen und mit deren Substanz in organischem Zusammenhang stehen, kann ich nicht ohne weiteres in Abrede stellen. Gerade einige neuere Entdeckungen, nämlich die der intracellulären Canälchen in Ganglienzellen (HOLMGREN), darunter auch in denen von Pulmonaten, dürften mit den Befunden von ROHDE zusammenhängen. Keinesfalls aber trifft Aehnliches für die Würmer zu. Hier gibt es nur eine deutliche faserige Neuroglia-substanz, deren Fasern aber ohne jede innigere Beziehung zu Ganglienzellen stehen. Es ist auch nicht erforderlich, auf das merkwürdige Verhalten einzugehen, demzufolge in den peripheren Plasmaschichten der Ganglienzellen Gliakerne eingelagert sind. Da ähnliche Vorkommnisse mir bei Würmern niemals begegnet sind, so fallen sie hier, wo es sich blos um diese handelt, ausser Discussion. Eine eingehende Untersuchung des Molluskennervensystems, die mit den neueren technischen Hilfsmitteln, vor allem der von mir angewendeten Methode der Gliafärbung vorgenommen wird, wird sich freilich auf das ausführlichste mit den ROHDE'schen Arbeiten zu beschäftigen haben.

Ich möchte hier noch auf eine in neuerer Zeit erschienene Arbeit zu sprechen kommen, nämlich auf die von RUŽIČKA, in welcher ähnliche Dinge, wie sie ROHDE beschreibt, im Nervensystem von Säugern festgestellt werden, nämlich Eindringen von Gliafasern in Ganglienzellen. Es ist eigentlich über diese Arbeit kein Wort zu verlieren. Wer die Abbildungen RUŽIČKA's ansieht, muss zugeben, dass es sich um die grössten Artefacte handeln muss. Diese ungeheueren Schrumpfung der Ganglienzellen und die daraus resultirenden abenteuerlichen Gestalten können unmöglich den Anspruch berechtigt erscheinen lassen, einen Fortschritt gegen ältere Beschreibungen, die an gut fixirten Präparaten gewonnen sind, zu bedeuten. Man vergleiche RUŽIČKA's Abbildungen mit denen WEIGERT's! Ich selbst weiss aus eigener Erfahrung, wie sehr gerade durch Schrumpfung die Structuren im Nervensystem verwischt werden sowohl bei Wirbellosen wie bei Wirbelthieren. Schon ganz mässige Grade, in denen z. B. die Ganglienzellen nur ganz unbedeutend von dem benachbarten Gewebe retrahirt waren, erwiesen sich in fast jeder Beziehung ganz ungeeignet zur Untersuchung und zur Gewinnung verlässlicher Resultate. Auch die Färbung mit Eisenhämatoxylin ergibt in solchen Fällen ganz undefinirbare, im höchsten Grade misstrauenerweckende Bilder, auf die kein auch nur halbwegs geübter Mikroskopiker hineinfallen wird.

So viel also scheint mir festzustehen: weder im Nervensystem der Würmer, noch in dem der Mollusken dringt die von mir festgestellte Glia substanz, deren Eigenschaften wir zum Theil schon kennen lernten, zum Theile noch ausführen werden, in die Ganglienzellenleiber ein, ebenso wenig halte ich den Nachweis für erbracht, dass ein analoges Verhältniss bei den Wirbelthieren für die WEIGERT'sche Gliafasersubstanz zu Recht besteht.

Ein die richtige Diagnose der Neurogliafasern beim Regenwurm oft gefährdender Umstand ist der, dass man sie manchmal bei nicht genügender Aufmerksamkeit und Erfahrung mit Neurofibrillen verwechseln kann. Vor allem sind es die nach APÁTHY motorischen Neurofibrillen, die hiefür in Betracht kommen, hingegen kaum die sehr feinen sensorischen, die mittels der Eisenhämatoxylinmethode keine nennenswerthe färberische Hervorhebung erfahren.

Betrachten wir zunächst Fig. 6. Im linken, oberen Theile der Figur finden sich zahlreiche quergetroffene „motorische“ Achsen-cylinder mit je einer starken, quer oder schräg getroffenen motori-

schen Fibrille. Die Färbung derselben ist grau, also stark von der der Gliafasern verschieden, mit denen sie sonst im Aussehen viele Eigenschaften gemein haben kann, wie wir noch sehen werden. Im rechten, unteren Theile des Bildes ist in der daselbst befindlichen nervösen Substanz eine Unterscheidung der einzelnen feinen Nervenfasern, geschweige denn der Neurofibrillen, nicht möglich. Eine Verwechslung der letzteren mit Gliafasern ist also kaum denkbar, umsomehr als gerade diese Partien der nervösen Substanz („Punktsubstanz“ LEYDIG) an Gliafasern sehr arm sind und auf ziemlich grosse Gebiete hin derselben ganz entbehren. Interessant und lehrreich ist weiterhin das Bild der Ganglienzelle (*Ggz*) in Fig. 6. Im Zellleib derselben ist ein eigenthümliches Netzwerk sichtbar, wenn auch in blassgrauer Farbe, so doch mit grosser Deutlichkeit; vielleicht ist es ein Theil des intracellularen Gitters (APÁTHY). Links entlässt die Zelle einen Nervenfortsatz, in dem eine deutliche, dicke, grau gefärbte Fibrille verläuft; dieselbe theilt sich in der Höhe des Kernes in mehrere Aeste, deren Schicksal man nicht weiter verfolgen kann, sie hat auch bereits etwa in der Mitte des dargestellten Fortsatztheiles einen kleinen Ast abgegeben, der in seinem weiteren Verlaufe jedoch abgeschnitten ist.

Auf diesem Bilde ist es also auf Grund der Färbung und der topographischen Verhältnisse ohne weiteres möglich, Neurofibrillen und Gliafasern leicht voneinander zu differenzieren.

Etwas schwieriger gestaltet sich die Sachlage dort, wo Neurofibrillen und Gliafasern in parallelem Verlaufe nebeneinander gelagert sind. Es ergibt sich, indem wir hierauf zu sprechen kommen, gleich der Anlass, über das Verhalten der Neuroglia in den Nerven Einiges mitzuthellen.

Schon oben, als wir das Uebersichtsbild der Fig. 1 betrachteten, unterliess ich es nicht, darauf hinzuweisen, dass sich das charakteristische Gliagewebe in die Nervenwurzeln fortsetze. Aber nicht nur das ist der Fall, vielmehr lässt sich die Neuroglia, freilich oft nur sehr gering an Menge, bis in die feinsten peripheren Nervenäste hinein verfolgen. Die Kerne, die man in den peripheren Nerven findet, sind die der zugehörigen Gliazellkörper.

Wir haben weiterhin oben betont, dass (Fig. 3) in der Schlundcommissur ein grosser Theil der vorhandenen Glia parallel zur Nervenfaserrichtung angeordnet ist; und ganz dasselbe, nur in viel ausgesprochenerer Weise ist auch in den peripheren Nerven

und Nervenwurzeln der Fall. (Fig. 1 linke Nervenwurzel.) Ich möchte nachtragen, dass auch im Innern der centralen Nervenmasse ein gewisser Zusammenhang zwischen Nervenfaser- und Gliafaser-richtung zu constatiren ist, so z. B. in den Quercommissuren der beiden Bauchmarkseitenstränge. Man sieht in Fig. 1 deutlich die von einem Strang quer in den anderen übergehenden Gliafasern.

Wie dies APÁTHY bereits von den Neurofibrillen in zahlreichen Figuren abbildete, ist der Verlauf derselben innerhalb der Nervenstränge in den meisten Fällen ein wellen- oder schraubenförmiger.

Wie leicht ersichtlich, ist dies zum grössten Theil eine Folge der Contraction der in den Nervenhüllen reichlich enthaltenen Muskeln. Dieselbe Schlängelung erfahren nun gleich den Neurofibrillen auch die Gliafasern, also wiederum ein neues Moment, das eine Verwechslung zwischen beiden ermöglichen könnte.

Auch hier werden sich die motorischen Nerven als ein besonders interessantes Object erweisen, weil, wie wir sagten, infolge ihrer bedeutenden Dicke und leichteren Darstellbarkeit deren Neurofibrillen oft in Eisenhämatoxylinpräparaten sichtbar sind.

In Figur 8 ist ein Längsschnitt durch einen vorwiegend „sensorischen“ Nerven abgebildet. Man bemerkt eine zarte undeutliche Längsfaserung als Ausdruck der Nervenfasern, dazwischen eine grosse Menge dünnerer und dickerer schwarzer Fasern in nicht allzu stark geschlängelter Verlaufe. In Anbetracht des Umstandes, dass sensorische Neurofibrillen viel zu fein sind, um bei dieser Vergrösserung deutlich sichtbar zu sein, und dass ihre Darstellung mit Eisenhämatoxylin mir sonst nicht möglich war, darf man wohl dreist alle diese Fasern als Neurogliafasern ansprechen. (Die grau gezeichneten Fasern sind wieder zum grössten Theil nur solche, die tiefer gelegen waren, was durch den lichterem Ton angedeutet werden sollte.)

In Fig. 9 haben wir einen Längsschnitt durch eine Anzahl sehr breiter motorischer Achsencylinder vor uns, in Fig. 10 und 11 Querschnitte durch Nerven, welche solche enthalten. Diese Bilder sind in ihren Farbenintensitäten streng nach der Natur gezeichnet. In Fig. 9 sehen wir mehrere längsgetroffene Achsencylinder, jeden mit einer dicken, wellig verlaufenden, blassgrau gefärbten Neurofibrille. Dass es wirklich solche sind, ergibt sich schon daraus, dass sie niemals in ihren vielfachen Biegungen und Knickungen die seitlichen Contouren des Achsencylinders überschreiten, während man dies, in diesem sehr dünnen Schnitte freilich nur selten, in

dickeren häufiger, bei den schwarz gefärbten Gliafasern sehen kann, indem dieselben die Achsencylindergrenzen in ihrem welligen Verlaufe schräg schneiden. Die Deutung der Figuren 10 und 11 ergibt sich von selbst. Die grossen Achsencylinderquerschnitte weisen die von APÁTHY her genügend bekannten Bilder der der Schnittdicke entsprechenden Neurofibrillenstücke auf, dazwischen einzelne Gliakerne und zahlreiche, theils quer, theils schräg getroffene, theils in ziemlich bedeutender Ausdehnung längs getroffene Gliafasern, wie sich dies ja aus dem geschlängelten Verlaufe leicht ergibt.

Nachdem wir so einen Ueberblick über das Aussehen der Gliafasern und deren Anordnung in den Haupttheilen des Nervensystems gewonnen haben, wollen wir noch das Verhältniss der Fasern zu den Zellen ermitteln. Es wird sich da im Princip nichts Neues ergeben, verglichen mit dem, was wir früher bei den Polychaeten gesagt haben. Nur wird hier vieles deutlicher sein.

Bei der kolossalen Zahl von Fasern und der anscheinend geringen Anzahl von Kernen (man denke an die Figuren 1, 6 und 7, in denen sämmtlich eher noch zu wenig als zu viel Fasern gezeichnet sind) erscheint es auf den ersten Anblick schwer, den Standpunkt ERIK MÜLLER'S gegenüber dem von WEIGERT zu behaupten; und doch sehe ich mich genöthigt, dies zu thun, also zu sagen, dass sämmtliche Fasern der Glia, wenigstens bei den uns vorliegenden Thierformen, in dauerndem Zusammenhang mit den sie erzeugenden Zellen stehen. Ich kann hiefür mehrere Gründe ins Feld führen.

Wenn man, um von dem Chaos der Fasern etwas weniger an der Beobachtung behindert zu werden, einen Schnitt so lange in Eisenoxydammon zur Differenzirung belässt, bis er stark ausgeblasst ist und nur noch wenige schwarz gefärbte Gliafasern enthält, so kann man sehen, dass die wenigen Gliafasern, die da noch sichtbar sind, fast sämmtlich in dem uns bereits wohl bekannten Verhältniss zu Gliazellen stehen. Nur bei verschwindend wenigen ist dies nicht der Fall, wobei man ohne weiteres mit der Annahme sein Auslangen findet, dass der entsprechende Zellkörper eben nicht mit im Schnitte enthalten ist. Fig. 12 stellt eine solche Partie aus einem Querschnitt durch das Regenwurmbauchmark dar. Sie enthält zwei Ganglienzellen, sowie einige Gliazellen mit deutlichem, in mehrere Zipfel ausgezogenen Protoplasma, und diesem Protoplasma, beziehungsweise seinen Fortsätzen angelagert ein paar noch imprägnirte, daher sichtbar gebliebene Gliafasern in den bereits zur Kenntnis genommenen Beziehungen

theils in der Nähe des Kernes, weil abgeschnitten, endigend, theils an ihm vorüberlaufend und so von einem Zellfortsatz auf den andern übergehend.

Ich glaube, derartige Bilder sind gute Stützen für meinen Satz, dessen vollkommen scharfer und einwandsfreier Beweis schwer zu liefern sein dürfte. Es ist nicht anzunehmen, dass gerade jene Fasern, die sich schon von ihren Bildungszellen emancipirt haben, sich früher entfärben und die geschwärzt bleibenden nur solche wären, die mit Zellen noch in Verbindung sind. Eine solche Verschiedenheit der entfärbenden Einwirkung gegenüber müsste nothwendig ihren Grund in irgend welchen physikalischen Unterschieden zwischen den beiden Faserarten haben, wir haben aber bisher nur allen Grund anzunehmen dass sämtliche Gliafasern sich chemisch und physikalisch gleich verhalten.

Ein Einwand, den wir schon oben andeuteten, nämlich das anscheinende Missverhältnis zwischen Faserzahl und Gliakernzahl, lässt sich ebenfalls, wenn auch wieder nicht mit mathematischer Genauigkeit widerlegen.

Hat man nämlich Schnitte, die weniger stark entfärbt sind als der die Fig. 12, immerhin aber nur mehr einen Bruchtheil der bei voller Färbung geschwärzt gewesenen Fasern aufweisen, so kann man, wenn man Glück hat, in dem immerhin schon bedeutenden Fasergewirr Stellen finden ähnlich der Fig. 12. In Fig. 13 und 14 habe ich die correspondirenden Stellen zweier aufeinander folgender Schnitte abgebildet, in denen beide Theile derselben zwei Gliazellen enthalten sind. In Fig. 13 ist ausserdem unten eine Ganglienzelle (*Ggz*) mit abgebildet worden, was auf Fig. 14 unterblieb.

Auf Grund dieses Bildes erhält man eine Vorstellung, wie viele Fasern mit einer Zelle in Verbindung stehen mögen, wobei wir auch hier bedenken müssen, dass eine beträchtliche Menge derselben schon entfärbt sein muss, und dass ausserdem ein grosser Theil der Zellen nebst ihren Fortsätzen noch auf anderen Schnitten sich befindet. Vor allem die grössere der beiden Zellen, deren Kern im oberen Bilde nur gerade noch gestreift worden ist, weist eine bedeutende Menge von Fasern auf, von denen ein grosser Theil am Kern vorbei von einem Fortsatz zum anderen zieht. Wir sehen auch ferner, dass in Fig. 14, wo der Zelleib gerade voll getroffen ist, nur seitlich vom Kern Fasern vorüberlaufen, und jene Fasern, die gegen den Kern zuzustreben scheinen, z. B. die des unteren und einige des oberen Fortsatzes, endigen, bevor sie ihn erreichen;

während hingegen in Fig. 13, wo der Kern nur mehr tangential, infolge dessen auch der spärliche Plasmamantel getroffen ist, bereits mehrere Fasern über die Zellmitte wegziehen, wieder ein Beweis 1. für die oberflächliche Lagerung der Fasern im Protoplasma und 2. für das „Vorüberlaufen“, wie wir es kurz nennen wollen, der Gliafasern.

Wir müssen uns also ERIK MÜLLER WEIGERT gegenüber insofern anschliessen, als wir die Zugehörigkeit sämtlicher Neurogliafasern zu Zellen als erwiesen betrachten, können aber MÜLLER nicht zustimmen, wenn er sagt, dass die Neurogliafasern Zellfortsätze wären, in dem Sinne etwa, dass letztere in einiger Entfernung von dem Zellkörper die Eigenschaften der Gliafasern annehmen; wir müssen im Gegentheil die von WEIGERT als Einwand gegen die Fortsatznatur der Gliafasern herangezogene Tatsache vom „Vorüberlaufen“ der Fasern als allgemein giltiges Vorkommen anerkennen, ein Umstand, der jedoch die Frage der Zellzugehörigkeit gar nicht tangiren kann; dies glaube ich deutlich bewiesen zu haben.

Ich kann mir selbstverständlich nicht anmassen, die hier erörterten Fragen auch für die Untersuchungsobjecte von WEIGERT und ERIK MÜLLER einer Lösung zugeführt zu haben. Indessen aber habe ich mich bei meinem, freilich nicht ganz gründlichen Studium einiger Objecte, so z. B. *Amphioxus*, *Ammocoetes*, *Torpedo*, *Salamandra*, *Rana*, *Felis* davon überzeugt, dass dieselben Verhältnisse, wie sie die Astrocyten des Regenwurmes aufweisen, auch bei diesen Formen vorherrschen. Die Art und Weise aber, wie ich die von mir vertretene Ansicht zu stützen getrachtet habe, dürfte sich auch, freilich unter etwas schwereren Untersuchungsbedingungen, auf das Nervensystem der höheren Vertebraten und des Menschen anwenden lassen.

Ich bin jedoch weit entfernt, trotz meiner gegen-theiligen persönlichen Ansicht, das Vorkommen von Gliafasern im Nervensystem der höheren Thiere zu leugnen, welche sich von den Mutterzellen emancipirt haben. Sehen wir doch im Bindegewebe den analogen Vorgang in grösster Verbreitung. Nur möchte ich hiezu Folgendes bemerken: Ich habe nämlich Katzenrückenmark mit der WEIGERT'schen Glimethode zu bearbeiten versucht, und habe da, wie es ja WEIGERT voraussagt, nur sehr spärliche Resultate er-

halten; nur sehr wenige Fasern waren gefärbt. Von diesen aber erwies sich der allergrösste Theil als zu Gliazellen gehörig, deren Körper ich in einigen Schnitten zufälligerweise gut gefärbt erhielt. Es scheint mir also hier analog zu liegen, wie bei den oben besprochenen stark entfärbten Regenwurmschnitten, ein Umstand, der eher gegen als für WEIGERT spricht.

Schon in der Einleitung habe ich hervorgehoben, dass sich im Nervensystem der Würmer nebst der Neuroglia noch eine andere Substanz befinden mag, der ebenfalls Hüll- oder Stützfunktion zukommt. Es scheint mir nämlich, als ob die nervösen Elemente, vor allem die Achsencylinder nicht nackt daliegen und so unmittelbar mit den Gliafasern, beziehungsweise mit ihresgleichen zusammenstossen, sondern dass sie von einer äusserst zarten Hülle umgeben seien, auf welche erst nach aussen die Glia folgt. Diese zarte Hülle, für deren Vorhandensein mehrere Umstände sprechen, ist aber nicht zelliger Natur, sondern müsste als Abscheidungsproduct der Nervenfaser selbst angesehen werden. Ihr Zellen, beziehungsweise Kerne zuzuschreiben, erscheint mir unmöglich. Es gibt in der Nervenzstützsubstanz der Würmer nur eine Art von Kernen, und von dieser lässt sich nachweisen, dass sie ausschliesslich in Beziehung zur echten Glia steht. Die Structur dieser Hüllen scheint mir eine homogene zu sein, vielleicht aber enthält sie, wie viele andere, Zellabscheidungen, und sie wären am ehesten mit echten Basalmembranen von Epithelien zu vergleichen oder überhaupt mit Zellmembranen, auch feine faserige Elemente. Es scheint mir, als ob die aus äusserst feinen Fasern bestehenden Gliacheiden APATHY'S identisch mit diesen Hüllen wären.

Es ist dies jedoch ein Punkt, über den ich erst viel mehr eigene Erfahrungen sammeln müsste, um einigermaßen sichere Beobachtungen machen zu können und Anlass zur Mittheilung zu haben.

In Fig. 21 und 22 habe ich einige Ganglienzellen aus dem Vordertheile des Cerebralganglions von Lumbricus mit den sie umgebenden Gliafasern abgebildet, zwischen denen auch einige Kerne sichtbar sind. Ein Zweck, den ich mit dabei verfolgte, als ich die Abbildung hiersetzte, war folgender. Meine ziemlich versteckte Mittheilung über Centrosom und Sphäre in den Ganglienzellen von Lumbricus hat theils keine, theils nicht die richtige Beachtung und Beurtheilung gefunden. So kann

ich aus einem Referate FLEMMING's nicht unbedingte Gewissheit erlangen, ob er die Deutung der von mir beschriebenen Dinge als Centrosomenapparat für richtig hält, und haben andere Autoren, die sich speciell mit dem Vorkommen von Centrosomen in Ganglienzellen befassten, gar keine Kenntnis von meinem Befunde erhalten (so z. B. KOLSTER). Unter all den Angaben aber, die bisher über diesen Gegenstand in der Literatur vorliegen, gehört mein Fall zu den schönsten und vollkommensten Nachweisen von Centrosom und Sphäre in Ganglienzellen. Einige der bereits vorliegenden Befunde haben sich als irrthümlich erwiesen (LENHOSSÉK), einige sind recht zweifelhaft, unvollständig oder undeutlich (HAMAKER, LEWIS, Mc. CLURE, SCHAFER, STUDNIČKA), und nur wenige Autoren haben gleich mir in so grosser Deutlichkeit die betreffenden Strukturen gesehen und abgebildet (KOLSTER, BÜHLER). Auch ROHDE gegenüber möchte ich ganz entschieden die Richtigkeit meiner Deutung der in Frage kommenden Gebilde als Centrosom und Sphäre aufrecht erhalten, trotzdem dieser Autor sich jüngst sehr gegen die Wahrscheinlichkeit eines solchen Vorkommens ausgesprochen hat. Im übrigen verweise ich auf meine Beschreibung, die ich bereits davon gegeben habe; ich habe derselben nur das hinzuzufügen, dass ich jetzt dazu gekommen bin, das runde Körperchen inmitten der Sphäre, bis an welches die Radien herantreten, als Centrosom anzusehen, vor allem auf Grund des Vergleiches mit anderen Zellen desselben Thieres. Hierüber will ich übrigens an anderer Stelle berichten in einer demnächst erscheinenden Abhandlung über den Leibeshöhleninhalt des Regenwurmes. Den Inhalt dieser Arbeit habe ich jüngst in einem Vortrage (siehe Literaturverzeichnis) vorläufig mitgeteilt.

Auch bei einer grossen Anzahl anderer Anneliden und sonstiger Wirbellosen habe ich inzwischen Centrosomen und Sphären, oft mit sehr schönen Strahlungen, aufgefunden.

Eine besondere Art von Zellen, die ich der Neuroglia zurechnen möchte, fand ich im dorsalen Bereiche des Regenwurm-bauchmarkes in den Zwickeln zwischen den Neurochorden einerseits und dem Neurilemm andererseits (Fig. 2 u. 26). Diese Zellen hatten entsprechend ihrer Lagerung eine dreizipflige Gestalt, sie waren im Vergleich zu den Gliazellen von beträchtlicher Grösse und hatten einen Kern, der in Grösse und Beschaffenheit vollkommen dem der Ganglienzellen glich. Sie fanden sich nur in geringer Zahl von Stelle zu Stelle, auf der

Fig. 26 sind sie mit Gz_1 bezeichnet, die rechte ist übrigens vom Schnitt nur gestreift worden, in Fig. 2 mit b . (Eine symmetrische Anordnung war nicht nachweisbar!) Ich glaube, dass diese Zellen in Beziehung stehen mit der sehr starken und faserreichen Gliahülle der Neurochorde, glaube aber ferner, dass auch andere Gliazellen von gewöhnlicher Beschaffenheit Fasern zu dieser Hülle beistellen. Ich habe bei meinen bisherigen Studien die Neurochorde weniger eingehend berücksichtigt und kann aus diesem Grunde hierüber weniger ausführlich sein.

Recht interessant gestaltet sich die Betrachtung des Bauchmarkes kleinerer Oligochaetenformen, als deren Beispiel ich eine Enchytraeidenart anführen will.

Das im grössten Theil seiner Länge delaminirte Bauchmark hängt doch noch von Stelle zu Stelle mit der Leibeswand zusammen. Aussen ist es selbstverständlich von einer Peritonealschicht überzogen, darunter folgt eine Lage von Längsmuskelfasern, genau so wie bei *Lumbricus*. An jenen Stellen, wo der Zusammenhang des Bauchmarkes mit der Leibeswand noch besteht, kann man erkennen, dass dieser peritoneale und muskuläre Ueberzug nichts weiter ist, als eine Fortsetzung der Somatopleura, die sich über den Verbindungsstiel auf das Nervensystem herumschlägt. Der Stiel selbst enthält in seinem Innern schwarz gefärbte Fasern, die sich bei der Verfolgung der Serie als aus dem Epithel entspringend, also als Epithelfasern erweisen und sich fast bis in die nervöse Substanz hinein erstrecken. Der Antheil dieser Fasern an der Bildung des Gliagerüsts im Bauchmark scheint indessen nur ein ganz unbedeutender zu sein, denn sie scheinen sich höchstens im ventralsten Gebiet zu vertheilen, vielleicht auch nicht einmal das.

Fast das gesammte Gliagerüst wird hingegen von nur wenigen sternförmigen, echten Gliazellen gebildet, die sich hier unter ganz bestimmten Bedingungen befinden. Es findet sich nämlich ungefähr in der Achse des annähernd cylindrischen Bauchstranges eine Längsreihe von grossen sternförmigen Zellen, die wir nothwendig als Gliazellen benennen müssen. Infolge dieser Anordnung sieht man auf einem Querschnitt, und zwar ungefähr in der Mitte desselben immer nur je eine solche Neurogliazelle (Fig. 27). Sie trägt alle Kennzeichen einer solchen. Ein deutlicher mehrzipfelliger Plasmaleib, dessen Fortsätze nach allen Seiten radiär ausstrahlen. Der Kern ist gross und gleicht fast vollkommen

dem der Ganglienzellen. Die Gliafasern nehmen in der in dieser Arbeit schon genugsam geschilderten Art ihren Ursprung von der grossen Zelle, indem sie deren Fortsätzen anliegend sich radiär im Bauchmark vertheilen. Dabei ist zu bemerken, dass die Fasern anscheinend, soweit sich dies aus dem Schnitt beurtheilen lässt, sämmtlich den Aussencontour der Nervenmasse erreichen, ein Verhältnis, welches noch einen Anklang an die ehemalige epitheliale Natur der Neurogliazelle bedeutet und sich ohneweiters ähnlichen Erscheinungen bei Wirbelthieren an die Seite stellen lässt. Man denke hiebei an die Astrocyten im Rückenmarke der Cyclostomen, deren zahlreiche Fortsätze die Oberfläche des Rückenmarks (= basale Epithelfläche) noch erreichen, während ihr freier Fortsatz, der sie mit dem Centralcanal ursprünglich verbunden hat, bereits geschwunden ist, vielleicht aber auch in einigen Fällen sich erhält. Ich möchte eine Eventualität wie diese letztere auch für das vorliegende Object nicht absolut ausschliessen. Es könnte immerhin sein, dass die grosse Gliazelle insofern noch epithelialen Charakter hat, als sie nicht nur mit einer grossen Zahl ihrer Fortsätze die ursprünglich basale Epithelseite noch erreicht, sondern auch einen Fortsatz durch den Verbindungsstiel zwischen Bauchmark und Leibeswand in die Epidermis hineinsendet. Man müsste hier bei einer so tief versenkten Zelle nach Analogie gewisser Ganglienzellen und Gliazellen, für die solches nachgewiesen ist, von einem „Epithelfortsatz“ sprechen.

Es ist natürlich sehr schwer, eine solche Frage, und sei es auch durch noch so sorgfältige und genaue Verfolgung einer Serie zu entscheiden. Das ist das Gebiet, auf welchem Erkenntnis geschaffen zu haben das unbestreitbare Verdienst der GOLGI-Methode ist, mittels welcher sich vielleicht noch manche derartige fragliche Verhältnisse werden aufklären lassen.

In ähnlicher Weise wie hier kommen übrigens auch im Bauchmark anderer, grösserer Würmer grosse Gliazellen vor, die ein noch viel grösseres Gebiet mit Gliafasern zu versorgen haben, so z. B. die bekannten grossen Zellen in den Connectiven von *Hirudo*, die in jedem Segmente nur in Zweizahl vorhanden sind, während die von mir bei *Enchytraeus* beschriebenen doch nach meinen Zählungen bis zu 8 und 10 in einem einzigen Segmente vorkommen können.

Es hat schon ERIK MÜLLER am Schlusse seiner allgemeinen Betrachtung einen Versuch gemacht, die Neuroglia in ihrem histologischen und histogenetischen Verhältnis gegenüber anderen Geweben zu charakterisiren, und hat, wie ich glaube, hier den einzig möglichen, richtigen Weg eingeschlagen. Von der Kenntnis ausgehend, dass die Neuroglia aus dem ectodermalen Epithel entsteht, dass ein Theil derselben zeitlebens epithelialen Charakter bewahrt, ein anderer Theil denselben verliert, wobei man eine continuirliche Reihe von Uebergängen, sowohl ontogenetisch als vergleichend histologisch feststellen kann, hat er die Neuroglia als einen „Uebergang zwischen dem rein epithelialen Gewebe und Bindegewebe“ erkannt.

Die Uebereinstimmung mit dem Bindegewebe ist ja eine sehr augenfällige. Schon die grobe äussere Form der Gliazellen ist ähnlich der vieler Bindegewebszellen, weiter nun aber auch das Verhalten des specifischen Differenzierungsproductes zum Zellkörper. Hier wie dort entsteht das specifische Element, hier die Bindegewebsfaser, dort die Gliafaser als ein Product der äusseren Schichten des Protoplasmas, wie wir dies für das Bindegewebe vor allem durch FLEMMING'S Untersuchungen erfahren haben. Eine Verschiedenheit gibt sich ausser in dem physikalischen und chemischen Verhalten der betreffenden Faserstructuren hauptsächlich darin kund, dass beim Bindegewebe die schliessliche Emancipation der Faser von der Zelle die Regel ist, während die Gliafaser bei den meisten, vielleicht bei allen Thierformen zeitlebens als dauernder Zellbestandtheil erscheint. Dieser Unterschied fällt jedoch für unsere Betrachtungsweise kaum ins Gewicht. Der Grund für denselben mag wohl hauptsächlich in den verschiedenen Mengen von Fasersubstanz gelegen sein, welche die beiden Gewebsarten zu produciren haben. Es ist ja schon die Menge von Fasern der Glia im Vergleich zu der der Zellkörper eine auffällige Erscheinung, wenn wir auch nachzuweisen versucht haben, dass trotzdem mit grosser Wahrscheinlichkeit noch sämtliche Fasern ihre Zellzugehörigkeit bewahrt haben. Denken wir aber an die kolossalen Mengen von fibrillärer Bindesubstanz, gegen die verglichen die Menge der erzeugenden Bindegewebskörperchen eine minimale erscheint (Sehnengewebe!), so begreifen wir, dass bei der successiven Production immer neuer

Fibrillenmassen dieselben im Protoplasma nicht verbleiben können, sondern aus demselben eliminirt werden müssen.

Es muss bemerkt werden, dass die Bezeichnung der Glia als Uebergang zum Bindegewebe selbstverständlich nicht im Sinne einer phylogenetischen Verknüpfung, sondern nur so aufzufassen ist, dass hier eine hochgradige Uebereinstimmung im Bau der beiden Gewebe herrscht, die vielen stützfasererzeugenden Zellen zukommt und mit hoher Wahrscheinlichkeit auf dieselben gemeinsamen und von früher ererbten Zelleigenschaften bezogen werden kann.

Neuroglia und faseriges Bindegewebe sind ja, wie wir sehen, in ihrer Entwicklungshöhe innerhalb eines und desselben Thiertypus recht verschieden und von einander unabhängig. Die Würmer haben eine hochentwickelte Neuroglia, dabei aber kein fibrilläres oder elastisches Bindegewebe und dies gilt für die meisten Wirbellosen. *Amphioxus* hat eine zum grossen Theil noch epitheliale Glia, und nur relativ wenige astrocytenartige (bindegewebsähnliche) Gliazellen. Sein Bindegewebe hingegen zeigt insofern eine hohe Entwicklung, als bereits mächtige Lager leimgebender Fibrillen vorhanden sind, zugleich aber Charaktere niederen Zustandes, indem die bindegewebserzeugenden Zellen noch im epithelialen Verbande geblieben sind, sich noch nicht zu „Bindegewebszellen“ umgewandelt haben.

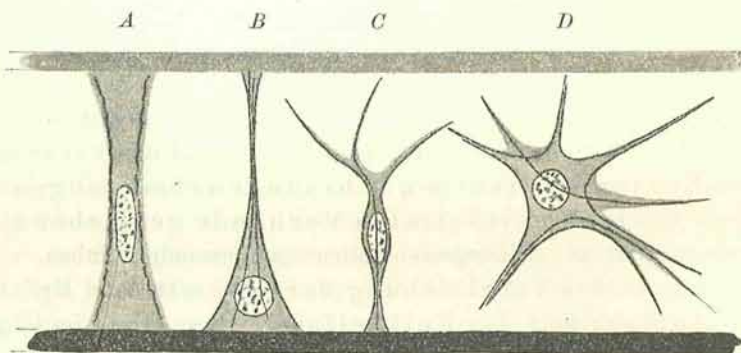
Nun an die Vergleichung der Glia mit dem Epithel, der Gliafaser mit der Epithelfaser! Diese ergibt im Gegensatz zu dem Vergleich mit dem Bindegewebe thatsächlich eine phylogenetische Verknüpfung. Die Glia ist aus dem Epithel entstanden und die Gliafaser ist identisch mit der Epithelfaser. Schon der Umstand, dass der epithelial bleibende Theil der Neuroglia, das Ependym, Fasern erzeugt, musste den Vergleich mit Epithelfasern provociren. Aber die Betrachtung niederer Thiere erlaubt uns noch weiter zu gehen und mit noch grösserer Sicherheit aufzutreten.

Wir haben bei *Sigalion* bereits gesehen, wie die Epithelfasern in der Bauchmarkgegend eine mächtige Ausbildung in den epithelialen, ependymähnlichen Stützzellen erfahren, wir sahen sogar, wie an gewissen Stellen diese Zellen statt in gestrecktem Verlaufe die ganze Höhe des Epithels zu durchziehen, sich dem Faserwerk der Neuroglia beigesellten, also einen wirk-

lichen Uebergang von Epithel zu Neuroglia vermittelten. Auf die Uebereinstimmung von Epithel und Gliafasern in morphologischer, physikalischer und mancher anderen Beziehung soll hier nur wiederholungsweise aufmerksam gemacht werden.

Als erstes Stadium der Glia haben wir das Vorhandensein von nur epithelialen Stützzellen zu betrachten (Actinien). Die langen, dünnen Zellen werden von einer einzigen oder wenigen Stützfaser (Epithelfasern) durchzogen. Wir werden ähnlichen Zuständen auch bei höheren Thieren begegnen (Abbildung 2, *A*). Ein vorgeschrittener Zustand wird uns durch *B* repräsentirt (entsprechend den Stützzellen in der Nachbarschaft des Bauchmarkes bei Sigalion, den Ependymzellen von Amphioxus u. s. w.). *C* zeigt uns, wie der Kern dieser ur-

Abbildung 2.



sprünglich kegelförmigen Zellen in die Tiefe rückt, der basale Fortsatz der Zelle ist in mehrere Aeste getheilt. *D* bedeutet den Zustand, in welchem sich die Zelle vollständig vom Epithel losgelöst, ausserdem zahlreiche Fortsätze erhalten und sich zur Gliazelle (zum Astrocyten) umgewandelt hat. Es ist aus dem Schema auch ohne weiteres zu entnehmen, wie sich aus der Anordnung der Fasern im epithelialen Zustand ihr späteres Verhältnis zum Zelleib, das oft besprochene „Vorbeilaufen“ der Faser erklären lässt.¹⁾

Bei meinen vielfachen Untersuchungen, die den Nachweis der Identität der Gliafasern und Epithelfasern zum Zwecke hatten, fanden sich eine Anzahl sehr hübscher Beispiele von Faserstruc-

¹⁾ In der Abbildung ist die Cuticula schwarz, die Basalschicht grau angelegt.

turen in Epithelien, die grösstentheils bisher noch nicht gesehen oder wenigstens nicht in so prägnanter Weise färblich dargestellt worden waren. Die hohe Bedeutung, welche den verschiedenen Stützfasersystemen als ausgezeichneten und leicht verständlichen Beispielen von functionellen Structuren zugesprochen werden muss, hat sich auch hier erwiesen.

Es ist vor allem durch KROMAYER in der jüngsten Zeit die Aufmerksamkeit auf die mechanische Bedeutung der Epidermisfasern bei Einwirkung äusserer Kräfte hingewiesen worden. Ob im Detail diese oder jene Deutung, die er den verschiedenen Fasersystemen in Bezug auf ihre Leistung zuschreibt, die richtige ist, will ich hier nicht des Näheren untersuchen; auch in Bezug auf das von mir zu Beschreibende will ich mich jeder allzu weit gehenden Besprechung feinsten physikalischer und physiologischer Verhältnisse enthalten. Es wird mir genügen, in den meisten Fällen auf das unzweifelhafte Vorhandensein irgend welcher mechanischer Inanspruchnahme und das gleichzeitige Vorkommen von solchen Structuren hinzuweisen, die geeignet erscheinen, einer schädlichen Einwirkung äusserer Kräfte entgegen zu streben.

Da ist es in erster Linie das enorm entwickelte Epithelfasersystem von Sigalion. Es ist leicht einzusehen, dass die senkrechten Fasern der Epidermis, die zwischen Cuticula und Basalschicht verlaufen, bei Einwirkung von Zug und Druck Deformirung und Zerreissung bis zu einem gewissen Grade werden verhindern können. Sehr interessant ist es in dieser Hinsicht, verschiedene Körperstellen zu vergleichen. Die Epidermis der ventralen Seite (Fig. 37) zeigt nur mässig grosse Mengen nicht besonders kräftiger Epithelfasern. Die Epidermis an jener Stelle, wo sich die transversalen Muskeln von innen her an die Basalschicht ansetzen, erhöht sich daselbst ziemlich plötzlich um ein Bedeutendes und enthält bedeutend mehr und stärkere Fasern (Fig. 38). Es versteht sich, dass die eigenthümlich gebaute Haut dieser Thiere, die zwischen Cuticula und Basalschicht eine weiche, die Nerven führende Masse besitzt, schon mit Rücksicht auf letztere eines Skelettes bedarf, um Zug und Druck unschädlich zu machen. Dieses Skelet bilden die Epidermisfasern.

Und es kann kein Zweifel bestehen, dass zwischen dem Zuge der Transversalmuskeln und der stärkeren Ausbildung der Epithelfasern an ihrer Ansatzstelle eine physiologische Beziehung statthat.

Von besonderer Bedeutung werden diese Stützfasern in der Nähe des Bauchmarkes. Die nervöse Substanz ist hier in ein Polster weichen, nachgiebigen Gewebes, das blasige Gewebe, eingelagert, eine gewiss sehr zweckmässige Einrichtung, um äussere Krafteinwirkung abzuschwächen. Wir finden ja blasiges Gewebe als äusserst zweckmässiges Stütz- und Füllmaterial an den verschiedensten Orten (Chorda dorsalis, Fettgewebe). Zur wesentlichen Unterstützung dieser Function müssen aber die mächtigen kegelförmigen Zellen mit ihrer Faserung dienen, durch deren Vorhandensein gröbere Verschiebungen und Zerrungen vermieden werden. Das Bauchmark dieser Thiere ist ja schon vermöge seiner oberflächlichen Lage ohnedies schutzbedürftig, ausserdem setzen sich noch von innen die mächtigen Transversalmuskeln in dessen unmittelbare Nähe an. Es kann sicher nicht gleichgiltig sein, wenn das Nervensystem bei den energischen Bewegungen der wurmartigen Thiere durch die Musculatur hin- und hergezerrt wird. Das delaminirte Bauchmark (*Lumbricus*) bedarf solcher Schutzvorrichtungen nicht. Es liegt fast frei in der Leibeshöhle und kann entsprechend den Verschiebungen die bei den diversen Bewegungen sich ergeben, nach Bedarf ausweichen. Einer Zerrung durch sich ansetzende Muskeln ist es z. B. gar nicht unterworfen.

Recht bemerkenswerth ist die reichliche Menge von Epithelfasern in den Elytren von *Sigalion* und Verwandten. Das Elytron ist nichts weiter, als eine besondere Formation des Epithels. Ich möchte aus diesem Grunde, weil es nur aus Epithel besteht und keine anderen Bestandtheile enthält, seine von vielen Autoren vertretene Deutung als Homologon der dorsalen Cirren anzweifeln und bin viel eher geneigt, dem „sichelförmigen Fortsatz“ (EHLERS) den Cirrencharakter zuzuschreiben. Dieser Fortsatz enthält nebst dem vielfach differenzirten ectodermalen Ueberzug (Flimmerstreif, Drüsenzellen etc.) einen von Mesoderm ausgefüllten Hohlraum mit Muskeln und anderen Bestandtheilen. Das Elytron ist nur eine locale Epitheldifferenzirung von sehr merkwürdigen Eigenschaften. (Fig. 5 u. 39.)

Es besteht aus senkrecht angeordneten Faserzellen, die die Elytronplatte ihrer ganzen Dicke nach durchziehen und nur an jener Stelle, wo dasselbe auf seinem Stiele sitzt, sich an die allgemeine Basalschicht (*Bs*) der äusseren Bedeckung ansetzen. Das Elytron ist also, wenn man so sagen darf, gewissermassen ein Epithel mit zwei freien Seiten, und bedarf vom Stand-

punkte der Polaritätslehre der Zelle noch einer eingehenderen Untersuchung und Erörterung, die ich indess hier nicht geben kann. Dieses merkwürdige Verhalten ist ähnlich aufzufassen, wie das der soliden, aus einer Zellreihe bestehenden Tentakelachsen bei den Hydroidpolypen. Hier ist es umgekehrt die basale, an das Ectoderm grenzende Seite der Zellen, die deutlich charakterisirt ist, während man nach einer Spur der freien Seite vergeblich suchen wird.

Diese senkrecht die Platte durchsetzenden Zellen enthalten grosse Mengen von Fasern, die gegen die freie Seite hin genau so wie die kegelförmigen Zellen der Bauchmarksgegend sich kegelförmig um das zugehörige Protoplasma ausbreiten. Ausser diesem vorherrschenden Fasersystem gibt es aber noch ein zweites, darauf senkrechtes, den Plattenflächen paralleles. Dasselbe besteht aus wenigen, dafür umso stärkeren Fasern, die auf einem Querschnitt durch die Platte in allen möglichen Ansichten, quer-, schief- und längsgetroffen erscheinen, da sie innerhalb der Plattenfläche in den verschiedensten Richtungen verlaufen. Untersucht man diese Fasern genauer, so ergibt sich, dass dieselben gewissen Zellen angehören, die ihre Ansatzpunkte an den beiden Plattenflächen nicht gerade einander gegenüber, sondern weit von einander entfernt haben. Die langgestreckten Leiber dieser Zellen mit ihren Fasern müssen daher im Innern der Platte einen sehr grossen Weg in schräger Richtung nehmen, so dass sie fast senkrecht auf dem ersterwähnten Fasersystem stehen. In Fig. 39 ist der Ansatz einer solchen Zelle an der dorsalen Elytronfläche dargestellt, der Ansatz an der ventralen Fläche muss, wie sich schon aus der Richtung ergibt, erst in sehr weiter Entfernung erfolgen.

Dass eine so beschaffene Faseranordnung in einem blattförmigen Organ, welches gewiss zum Theile dem Schutz der darunter liegenden Körperpartien und der bei vielen Arten darunter abgelegten Eier vorsteht, sehr zweckmässig sein mag, wird jeder ohne weiteres zugeben müssen, auch ohne genauere Analyse der feineren mechanischen Bedingungen. Jedenfalls ist hier mit Hilfe der Cuticulae beider Seiten und der sehr resistenten Fasern mit relativ wenig Material ein recht festes und widerstandsfähiges Gebilde geschaffen.

Ungemein schön und reich ausgebildet sind die epithelialen Fasern in der Haut von Lumbricus. Ich verweise

diesbezüglich auf die Abbildungen 15 und 16, die, von verschiedenen Species stammend, auch eine etwas verschiedene Faseranordnung aufweisen. In 16 sehen wir die Fasern nach Art von Rasenbüscheln immer nur von einem Punkte der Basalschicht entspringen und sich nach oben hin ausbreiten. In 15 entspringen die Fasern breit, kegelförmig, convergiren erst ein wenig, um in dichtere Bündel, die sich nach oben wieder aufpinseln, überzugehen.

In mehrfacher Hinsicht interessant ist die Fig. 17. Sie stellt einen Theil aus dem Pharynxepithel von *Lumbricus* dar. Dieses Epithel zeigt zwei deutlich unterscheidbare Zellformen. Die eine, flimmerlose, kleidet die tiefen Thäler zwischen den faltigen Erhebungen der Pharynxwand aus und entbehrt starker faseriger Gebilde, die andere überzieht die Oberfläche der Falten, besitzt einen Flimmerbesatz und enthält wunderschöne, wellen- oder korkzieherförmig gewundene Epithelfasern. Die beiden Epithelarten grenzen sich scharf gegeneinander ab. Aus Gründen, die ich an anderer Stelle auseinanderzusetzen werde, glaube ich in den flimmerlosen Zellen das undifferenzirte, vermehrungsfähige Material zu erblicken, in den anderen das höher differenzirte, dafür aber für die Organfunction verwendbare. Dieses ist infolge seiner oberflächlichen Lage bestimmt, mit der eingeführten Nahrung in Berührung zu kommen, sie mittels des Flimmerbesatzes weiter zu bewegen und bedarf daher grösseren Schutzes, als das flimmerlose, in der Tiefe der Falten sitzende Epithel. Der Erzeugung dieser Widerstandsfähigkeit dienen wohl die eigenthümlichen Fasern, denen man zumuthen kann, bei Druck von oben her nach Art einer Spiralfeder einen Gegen- druck zu erzeugen und andererseits in der Art, wie es KROMAYER von den basalen Zellen der menschlichen Epidermis ausführt, den einwirkenden Druck zum Theile in eine Zugwirkung umzuwandeln, gegen die sie infolge ihrer physikalischen Beschaffenheit sehr widerstandsfähig sind.

Aehnlich dürfte die Function der parallel angeordneten Gliafasern in den Nervenstämmen aufzufassen sein. Es kann für die Nervenfasern nicht gleichgiltig sein, wenn, sei es infolge der Contraction der musculösen Nerven- hülle, sei es infolge äusserer Einwirkung, eine starke Verkürzung, beziehungsweise Verlängerung der Nerven eintritt.

Bei ersterem Vorgang wird sich in der Längsrichtung ein starker Druck, in der Querrichtung Zug ergeben, bei letzterem vor

allem Zug in der Längsrichtung. Dem schädlichen Uebermass dieser Wirkungen können die Gliafasern mit Erfolg begegnen, indem sie das einmal spiralfederartig der starken Verkürzung entgegen wirken, das anderemal infolge ihrer Zugfestigkeit eine starke Dehnung verhüten.

Ein sehr schönes beweisendes Beispiel für die Abhängigkeit der Epithelfaserrichtung von den auf sie einwirkenden Kräften geben die Epithelien der Borstenfollikel (Fig. 18 u. 19). Im äusseren Theile finden wir die Wand des Follikels bildend ein protoplasmareiches, hohes Epithel mit ziemlich zahlreichen, doch keinerlei besonders charakteristische Anordnung aufweisenden Epithelfasern. Im tiefen Theil jedoch, dort, wo sich die kräftigen Borstenmuskeln ansetzen, ist das Epithel niedriger und von einer solchen Menge starker parallel angeordneter Fasern erfüllt, dass man eigentlich von Kern und Protoplasma fast gar nichts merkt. Und was vor allem auffällt, ist, dass die sich ansetzenden Muskelfasern, also auch die Zugrichtung, mit der Richtung der Fasern in den Borstenfollikelepithelien übereinstimmen.

Und schliesslich noch ein zierliches Beispiel von der nicht zu bezweifelnden functionellen Wichtigkeit der Epithelfaserung, ein Querschnitt durch den Pharynx unseres Enchytraeiden (Fig. 28). Die dorsale, sehr dicke Epithelwand enthält eine ungeheure Menge paralleler gewundener Fasern, von denen gewiss dasselbe gilt wie von denen im Pharynx des Regenwurms und der Epidermis. Dieses dicke Epithelpolster, das den meisten kleinen Oligochaeten zukommt und bei der Nahrungsaufnahme und Verkleinerung eine grosse Rolle spielt, hat gewiss nur aus diesem Grunde diesen Reichthum resistenter Fasergebilde in seinen Zellen.

Was das Verständnis für die Zweckmässigkeit der Anordnung betrifft, wie sie die Glia innerhalb des Nervensystems zeigt, so muss ich mit ERIK MÜLLER hier der Ansicht Raum geben, dass diese Verhältnisse für uns heute noch viel zu complicirte sind, als dass wir mit Aussicht auf Erfolg auf die Analyse derselben losgehen könnten. Gleich MÜLLER möchte aber auch ich die überraschende Uebereinstimmung hervorheben, die auch mitten im Centralnervensystem in der Anordnung der nervösen und der Stützelemente besteht.

Ich habe im Verlaufe meiner ausgedehnten histologischen Untersuchungen in den Epithelien der verschiedensten Thiere mittels der Eisenhämatoxylinfärbung die Epithelfasern schön zur Darstellung

bringen können; ich will hier die Epidermis der Salamanderlarve anführen, von welcher, trotzdem sie ein eifrigst studirtes histologisches Object ist, meines Wissens bisher die betreffenden Fasergebilde nicht beschrieben worden sind. Ihre morphologische und physiologische Beurtheilung wird sich vollständig mit dem decken, was oben ausgeführt wurde.

So zeigen vor allem die basalen Zellen der Epidermis, die bekanntlich relativ arm an Protoplasma sind, eine Menge annähernd parallel zueinander und senkrecht gestellter dicker Protoplasmafasern, welche den Kern korbartig umgeben. Diese Zellen ähneln sehr jenen tiefsten Zellen im Stratum Malpighii der menschlichen Oberhaut, was die Anordnungsweise der Protoplasmafasern anlangt, und ich möchte den letzteren dieselbe Deutung geben, wie dies durch KROMAYER geschehen ist. Auch die LANGERHANS'schen Netze um die LEYDIG'schen Zellen, denen sicher auch eine Stützfunction zukommt, werden durch unsere Färbung sehr deutlich hervorgehoben (Fig. 41 und 42).

Besonderes Interesse erfordern die knospenförmigen Hautsinnesorgane. Zwischen den Sinneszellen und der übrigen Epidermis befinden sich da die altbekannten Hüll- oder Stützzellen der Knospe, platte, schalenartig sich deckende Gebilde, und auch diese enthalten langgestreckte, bis an die freie Seite reichende Epithelfasern. Diese Zellen spielen also in der zum Sinnesorgane umgewandelten Epidermisstelle die Rolle von Gliazellen, welche zur Stütze und zum Schutz der nervösen Elemente (Sinneszellen) dienen (Fig. 40).

Eine Beobachtung, die STUDNIČKA in seiner Ependymarbeit mittheilt, veranlasst mich zu einer kleinen Bemerkung. Der genannte Autor gibt an, in Ependymzellen gesehen zu haben, dass sich deren Stützfasern (Gliafasern) im Innern des Zellleibes bis gegen die freie Fläche fortsetzten und dort unter der Cuticula endigten. Damit ist, wie auch an einigen anderen Stellen in der Arbeit dieses Autors, gesagt, dass sich die Ependymfasern in innere Faserungen des Zellprotoplasmas fortsetzen; auch vertritt STUDNIČKA gleich ERIK MÜLLER den Standpunkt von einem Uebergang der Fasersubstanz in das eigentliche Zellprotoplasma. Letzterer Anschauung bin ich, soweit sie sich auf meine Beobachtungen bezog, entgegengetreten. Aber auch ersteren Befund, ein Eintreten der Glia- oder Ependymfasern ins Innere der zugehörigen Zellen, konnte ich weder bei Wirbellosen, noch bei

Wirbelthieren irgendwie nachweisen. Immer fand sich das Verhältniß des „Vorüberlaufens“, resp. des „kegelförmigen Einhüllens“. Ich lege auf diesen Gegensatz umso grösseren Werth, als ich die Glia- oder Epithelfaser, desgleichen die Bindegewebsfaser, als ein apoplasmatisches, ectoplasmatisches, an den eigentlichen Lebensvorgängen der Zelle bereits minder oder selbst gar nicht betheiligtes Product ansehe, das im Zusammenhang mit dieser Eigenschaft eine meist periphere Lage hat, ja auch gänzlich aus dem Verbande der Zelle ausscheiden kann. Hingegen haben die inneren, endoplasmatischen, faserigen Differenzirungen der Zelle auch einen mehr autoplasmatischen Charakter, zeigen eine deutliche Betheiligung an vitalen Processen (contractile Fibrille, leitende Fibrille, organischer Radius). Ob STUDNIČKA nicht am Ende einen, selbstverständlich im Innern der Zelle gelegenen, Fibrillenconus einer flimmernden Ependymzelle irrhümlich als Fortsetzung des in etwas grösserer Entfernung von der Cuticula endigenden Ependymfaserkegels angesehen hat?

Vielleicht sind in allerletzter Linie alle hier genannten Faserarten auf dieselbe faserige Elementarstructur des Protoplasmas zu beziehen, eine directe Vergleichung der von mir hier aufgestellten beiden Gruppen und damit auch einen anatomischen Uebergang eines Gliedes der einen in ein solches der anderen halte ich jedoch nicht für zulässig.

Ich fasse das Hauptergebnis meiner Arbeit noch einmal zusammen:

1. Bei den Anneliden (aber auch, wie ich und andere bisher feststellen konnten, bei anderen Evertibraten) besteht die Neuroglia aus eigenartigen wohl charakterisirten Fasern, den Neurogliafasern, und zeigt hierin die auffallendste Uebereinstimmung mit der Wirbelthierneuroglia.

2. Bei Wirbelthieren und Wirbellosen zeigt die Neuroglia im wesentlichen dieselben histologischen und histogenetischen Beziehungen. Sie ist ein Derivat des äusseren Keimblattes, die Fasern sind Abkömmlinge von Zellen, mit denen sie höchstwahrscheinlich bei allen Thieren dauernd zusammenhängen.

3. Epithelfasern und Neurogliafasern zeigen die innigste Uebereinstimmung und sind phylogenetisch

auf einander zu beziehen. Sie sind functionelle Strukturen im klarsten Sinne des Wortes und ursprünglich auf recht einfache Bedürfnisse und Functionen der Zelle zurückzuführen.

4. Die Lage der Gliafasern ist eine solche, dass sie nur der Aussenschichte des Zellplasmas an- oder eingelagert sind; sie gehen nicht, in der Nähe des Zellleibes angelangt, in das Protoplasma über, wie dies ERIK MÜLLER annimmt, sondern behalten ihren stofflichen Charakter bei, in dem sie weiterlaufend von einem Fortsatz auf den andern übergehen (WEIGERT).

Wien, im August 1901.

Literaturverzeichnis.

- APÁTHY ST., Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen. Mitth. a. d. zool. Station zu Neapel. 12. Bd. 1897.
- BLOCHMANN, Die Epithelfrage bei Cestoden und Trematoden. Hamburg 1896.
- CERFONTAINE B., Recherches sur le système cutané et sur le système musculaire du Lombric terrestre. Archives de Biologie. T. 10, 1890.
- CLAPARÈDE E., Histologische Untersuchungen über den Regenwurm. Zeitschr. f. wiss. Zool. 19 Bd. 1869.
- CUÉNOT L., Etudes physiologiques sur les Oligochètes. Archives de Biologie. T. 15, 1898.
- EHLERS E., Die Borstenwürmer. Leipzig 1864—68.
- FLEMMING W., Ueber die Entwicklung der collagenen Bindegewebsfibrillen bei Amphibien und Säugethieren. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abth., 1897.
- FLEMMING W., Morphologie der Zelle. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 7. Bd. 1898.
- FRIEDLÄNDER B., Beiträge zur Kenntnis des Centralnervensystems von Lumbricus. Zeitschr. f. wiss. Zool., 47. Bd., 1888.
- HALLER B., Beiträge zur Kenntnis der Textur des Centralnervensystems höherer Würmer. Arb. a. d. zool. Inst. d. Univ. Wien u. d. zool. Station Triest. 8. Bd. 1889.
- HATSCHKE B., Lehrbuch der Zoologie. 1. Lieferung. Jena 1888.
- HOLMGREN E., Studien in der feineren Anatomie der Nervenzellen. Anatom. Hefte. 15. Bd. 1900.
- JOSEPH H., Bemerkung zum Bau der Nervenzelle. Sitz.-Ber. d. deutschen Naturwissensch.-medicin. Ver. f. Böhmen „Lotos“ N. F. 18. Bd. 1898.
- JOSEPH H., Zur Kenntnis der Neuroglia. Anatom. Anz. 17. Bd. 1900.
- JOSEPH H., Beitrag zur Morphologie und Physiologie des Centrosoma. Verh. d. Morphol.-physiolog. Ges. zu Wien. Jahrg. 1900—1901. Physiol. Centralblatt 1901.
- KOLSTER R., Ueber Centralgebilde in Vorderhornzellen der Wirbelthiere. Anatom. Hefte. 16. Bd. 1901.
- KROMAYER E., Die Parenchymhaut und ihre Erkrankungen. Archiv f. Entwicklungsmechanik. 8. Bd. 1899.

- LENHOSSÉK M., Ursprung, Verlauf und Endigung der sensiblen Nervenfasern bei Lumbricus. Arch. f. mikr. Anat. 39. Bd. 1892.
- LENHOSSÉK M., Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. Berlin 1895.
- LOWFF B., Ueber den Zusammenhang von Markrohr und Chorda beim Amphioxus und ähnliche Verhältnisse bei den Anneliden. Zeitschr. f. wiss. Zool. 56. Bd. 1893.
- MÜLLER E., Studien über Neuroglia. Arch. f. mikr. Anat. 55. Bd. 1900.
- RABL C., Ueber die Principien der Histologie. Verh. d. anat. Ges. auf d. III. Vers. zu Berlin. 1889.
- ROHDE E., Histologische Untersuchungen über das Nervensystem der Chaetopoden. Zoologische Beiträge. 2 Bd. 1890.
- ROHDE E., Die Ganglienzelle. Zeitschr. f. wiss. Zool. 64. Bd. 1898.
- RUŽICKÁ W., Untersuchungen über die feinere Structur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze. Arch. f. mikr. Anat. 53. Bd. 1899.
- STUDNICKÁ F. K., Zur Kenntnis der Parietalorgane und der sogenannten Paraphyse der niederen Wirbelthiere. Verh. der anat. Ges. auf d. XIV. Vers. zu Pavia 1900.
- STUDNICKÁ F. K., Untersuchungen über den Bau des Ependyms der nervösen Centralorgane. Anat. Hefte, 15. Bd. 1900.
- WAWRZIK E., Ueber das Stützgewebe des Nervensystems der Chaetopoden. Zoologische Beiträge. 3. Bd. 1892.
- WEIGERT C., Beiträge zur Kenntnis der normalen menschlichen Neuroglia. Abh. d. Senckenberg'schen naturforsch. Ges. zu Frankfurt. 19. Bd. 1895.

Tafelerklärung.

Die Abbildungen sind sämtlich mit dem ABBE'schen Zeichenapparate von C. ZEISS entworfen.

Allgemein gültige Bezeichnungen.

<i>Ac</i> Achsencylinder.	<i>LZ</i> LEYDIG'sche Zellen der Salamanderlarve.
<i>B</i> Borste.	<i>M</i> Muskulatur.
<i>Bg</i> Blutgefäße.	<i>Mc</i> Ringmuskulatur.
<i>bl. G</i> blasiges Gewebe.	<i>MI</i> Längsmuskulatur.
<i>Bs</i> Basalschicht.	<i>Mt</i> Transversalmuskulatur.
<i>b. Z</i> basale Zellen der Salamander-epidermis.	<i>Nch</i> Neurochord.
<i>C</i> Cuticula.	<i>Nf</i> Neurilemmfasern.
<i>Cf</i> Cuticulafortsatz.	<i>Nl</i> Neurilemm.
<i>Cu</i> Cutis.	<i>Nlf</i> Neurilemmfortsatz.
<i>Dz</i> Drüsenzellen.	<i>Ns</i> Nervenstränge des Bauchmarkes.
<i>Ep</i> Epidermis.	<i>Pe</i> Peritoneum.
<i>Fz</i> Epitheliale Faserzellen.	<i>S</i> Gliaseptum.
<i>Ggz</i> Ganglienzellen.	<i>Sd</i> Septaldrüsenausführgänge.
<i>Gz</i> Gliazellen.	<i>Stz</i> Stützzellen.
<i>Gz₁</i> eigenthümliche Zellen im Regenwurmabdomen (Gliazellen?)	<i>Sz</i> Sinneszellen.

Tafel I.

Fig. 1. Querschnitt durch den vordersten Abschnitt des Bauchmarkes von *Lumbricus*. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin. LEITZ. Ocul. 4, Obj. 3. Projection auf die Höhe des Arbeitstisches. Tubuslänge 170 Mm.

Fig. 2. Querschnitt durch das Bauchmark von *Lumbricus*, Mitte des Körpers. Sublimat-Kochsalzlösung, DELAFIELD's Hämatoxylin (Stückfärbung) VAN GIESON. LEITZ. Ocul. 2, Obj. 5. Projection auf die Höhe des Arbeitstisches, Tubuslänge 170 Mm.

a eine heterotopische Ganglienzelle.

b eine der eigenthümlichen grossen Zellen (Gliazelle?) zwischen den Neurochorden.

Fig. 3. Längsschnitt durch die Schlundcommissur von *Lumbricus*. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin. LEITZ. Ocul. 4, Obj. 3. Projection auf die Höhe des Objecttisches. Tubuslänge 170 Mm.

Fig. 4. Querschnitt durch die Mitte des Bauchmarkes von *Sigalion*. ERIK MÜLLER's Conservirung, Eisenhämatoxylin-Bordeaux. LEITZ. Ocul. 2, Obj. 3. Projection auf die Höhe des Arbeitstisches. Tubuslänge 170 Mm.

Fig. 5. Elytron von *Sigalion*, von einem Querschnitt durch das Hinterende. ERIK MÜLLER's Conservirung, Eisenhämatoxylin-Orange. LEITZ. Ocul. 4, Obj. 3. Projection auf die Höhe des Arbeitstisches. Der „sichelförmige Fortsatz“ ist an seinem Ursprung bloß tangential, gegen das Ende axial getroffen.

Die Figuren folgender drei Tafeln sind sämmtlich bei Tubuslänge 170 Mm. und bei Projection auf die Höhe des Arbeitstisches entworfen.

Tafel II.

Fig. 6. *Lumbricus* Bauchmark. Theil eines Querschnittes, ungefähr der Stelle entsprechend, wo bei Fig. 1 der vorigen Tafel die Ziffer 1 steht. Sublimat-Kochsalzlösung. Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

Eine Ganglienzelle mit Achseneylinderfortsatz, in welchem eine Neurofibrille sichtbar ist.

Fig. 7. *Lumbricus*. Stück aus einem Längsschnitt der Schlundcommissur. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin-Orange. ZEISS. Comp. Ocul. 4, Apochr. hom. Imm. 2 Mm.

Fig. 8. *Lumbricus*. Sensorisches Nervenbündel aus dem Vorderende, längsgetroffen. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

Fig. 9. *Lumbricus*. Motorischer Nerv aus dem Vorderende, längsgetroffen. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin-Orange. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

Fig. 10. *Lumbricus*. Querschnitt durch einen gemischten Nerven. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 8, Apochr. Obj. 4 Mm.

Fig. 11. *Lumbricus*. Querschnitt durch einen motorischen Nerven. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

Fig. 12. *Lumbricus*, aus einem Querschnitt des Bauchmarkes, stark entfärbter Schnitt. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

Fig. 13 und 14. *Lumbricus*. Bauchmark. Correspondirende Stellen aus zwei aufeinanderfolgenden mässig stark entfärbten Querschnitten. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. hom. Imm. 2 Mm.

Fig. 15. *Lumbricus*. Epidermis. Kaliumbichromat-Formaldehyd, Eisenhämatoxylin-Orange. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

Fig. 16. *Lumbricus*. Epidermis. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

Fig. 17. *Lumbricus*. Pharynxepithel. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

a Flimmerepithel mit Protoplasmafasern.

b Flimmerloses, die Tiefe der Falten auskleidendes Epithel ohne Protoplasmafasern.

Fig. 18 und 19. *Lumbricus*. Wand eines Borstenfollikels nebst einem Theil der Borste. 18 Mitte des Follikels, 19 Grund desselben. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

Fig. 20. *Lumbricus*. Abschnitte zweier Gliafasern aus der Schlundcommissur, um die Differenz der Dicke zu zeigen. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 18, Apochr. hom. Imm. 2 Mm.

a 1.7 μ dick.

b 0.1 μ dick.

Fig. 21 und 22. *Lumbricus*. Ganglienzellen aus dem Cerebralganglion mit deutlichem Centrosom, Sphäre und Radien. Sublimat-Kochsalzlösung, Bordeaux, Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. hom. Imm. 2 Mm.

Tafel III.

Fig. 23. *Lumbricus*. Querschnitt durch den Rand des Bauchmarkes mit seiner Hülle. Sublimat-Kochsalzlösung, DELAFIELD's Hämatoxylin (Stückfärbung) VAN GIESON. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

Fig. 24. *Lumbricus*. Querschnitt durch den vorderen Theil eines Bauchmarkes mit sehr dicker Hülle. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin-Orange. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

a Fortsatz der Peritonealepithelzellen.

Fig. 25. *Lumbricus*. Epidermis mit Basalschicht und Ringmuskelschicht. Sublimat-Kochsalzlösung, DELAFIELD's Hämatoxylin (Stückfärbung) VAN GIESON. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

Fig. 26. *Lumbricus*. Dorsaler Theil eines Querschnittes durch das Bauchmark. Sublimat-Kochsalzlösung, DELAFIELD's Hämatoxylin (Stückfärbung) VAN GIESON. ZEISS. Comp. Ocul. 4, Apochr. Obj. 4 Mm.

Fig. 27. *Enchytracide*. Querschnitt durch das Bauchmark und ventrale Körperwand. Sublimat-Kochsalzlösung, Bordeaux-Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 4, Apochr. hom. Imm. 2 Mm.

Fig. 28. *Enchytracide*. Querschnitt durch den Pharynx. Sublimat-Kochsalzlösung, Bordeaux-Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 8 Mm.

d dorsale, v ventrale Pharynxwand.

Tafel IV.

Fig. 29. *Sthenelais*. Querschnitt durch das Bauchmark. Sublimat-Kochsalzlösung, DELAFIELD's Hämatoxylin (Stückfärbung) VAN GIESON. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 16 Mm.

a Einfaltung der Basalschicht auf der dorsalen Seite.

Fig. 30. *Sthenelais*. Gliazellen aus einem Querschnitt durch das Bauchmark. Sublimat-Kochsalzlösung, Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

Fig. 31. Sigalion. Querschnitt durch die Bauchmarkverdickung (Hinterende). ERIK MÜLLER's Conservirung, Eisenhämatoxylin - Orange. ZEISS. Comp. Ocul. 8, Apochr. Obj. 16 Mm.

Fig. 32. Sigalion. Seitliche Partie der Bauchmarkverdickung, aus einem Querschnitt durch das Hinterende. ERIK MÜLLER's Conservirung, Eisenhämatoxylin - Orange. ZEISS. Comp. Ocul. 4, Apochr. hom. Imm. 2 Mm.

α eine in zwei Fortsätze gespaltene Faserzelle.

Fig. 33. Sigalion. Aus einem Querschnitt durch das Vorderende. Epitheliale Faserzellen. ERIK MÜLLER's Conservirung, Eisenhämatoxylin - Bordeaux. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

α eine Faserzelle mit tiefer gerücktem Kern.

Fig. 34 und 35. Sigalion. Gliazellen aus einem Querschnitt durch den mittleren Theil des Bauchmarkes. ERIK MÜLLER's Conservirung, Eisenhämatoxylin - Orange. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

Fig. 36. Sigalion. Querschnitt durch einen der beiden Bauchmarkstränge (aus der Körpermitte). ERIK MÜLLER's Conservirung, Bordeaux-Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Oc. 6, Apochr. Obj. 8 Mm.

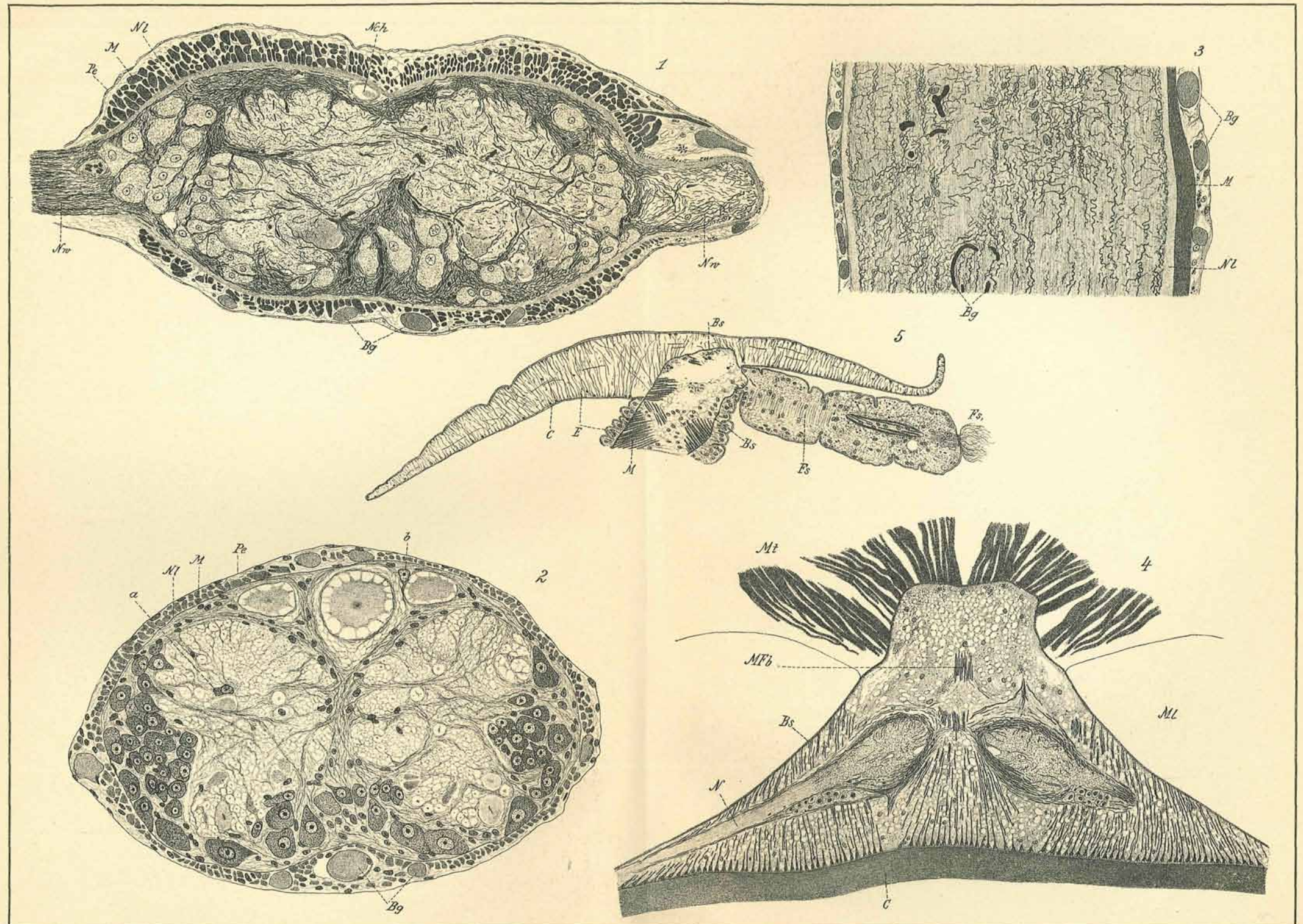
Fig. 37 und 38. Sigalion. Epidermis. 37 von einer Stelle seitlich von der Bauchmarkverdickung, 38 über dem seitlichen Ansatz der Transversalmuskeln. ERIK MÜLLER's Conservirung, Bordeaux-Eisenhämatoxylin. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

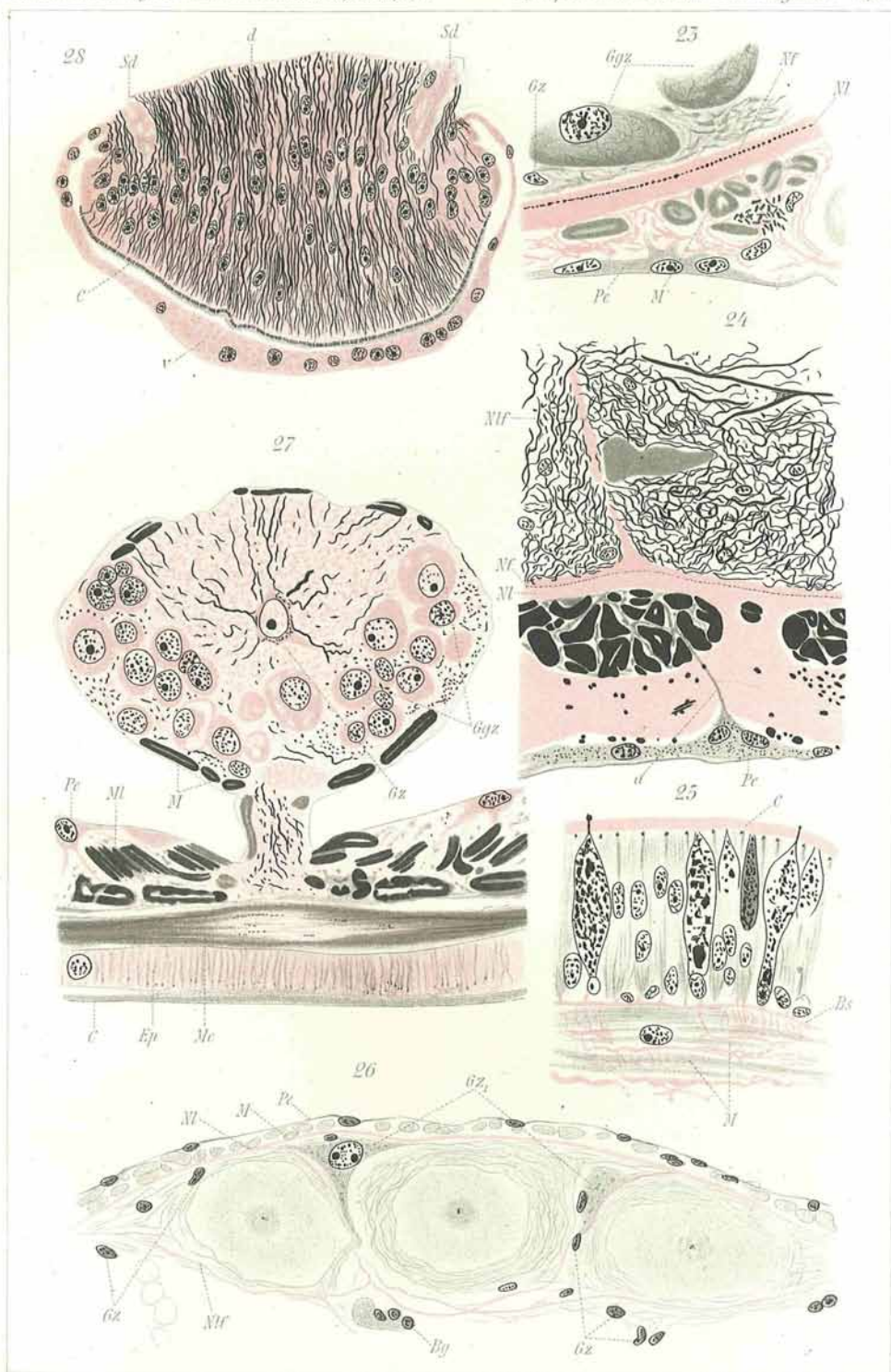
Fig. 39. Sigalion. Theil eines Elytrons, aus einem Querschnitt durch das Hinterende. ERIK MÜLLER's Conservirung, Eisenhämatoxylin-Orange. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

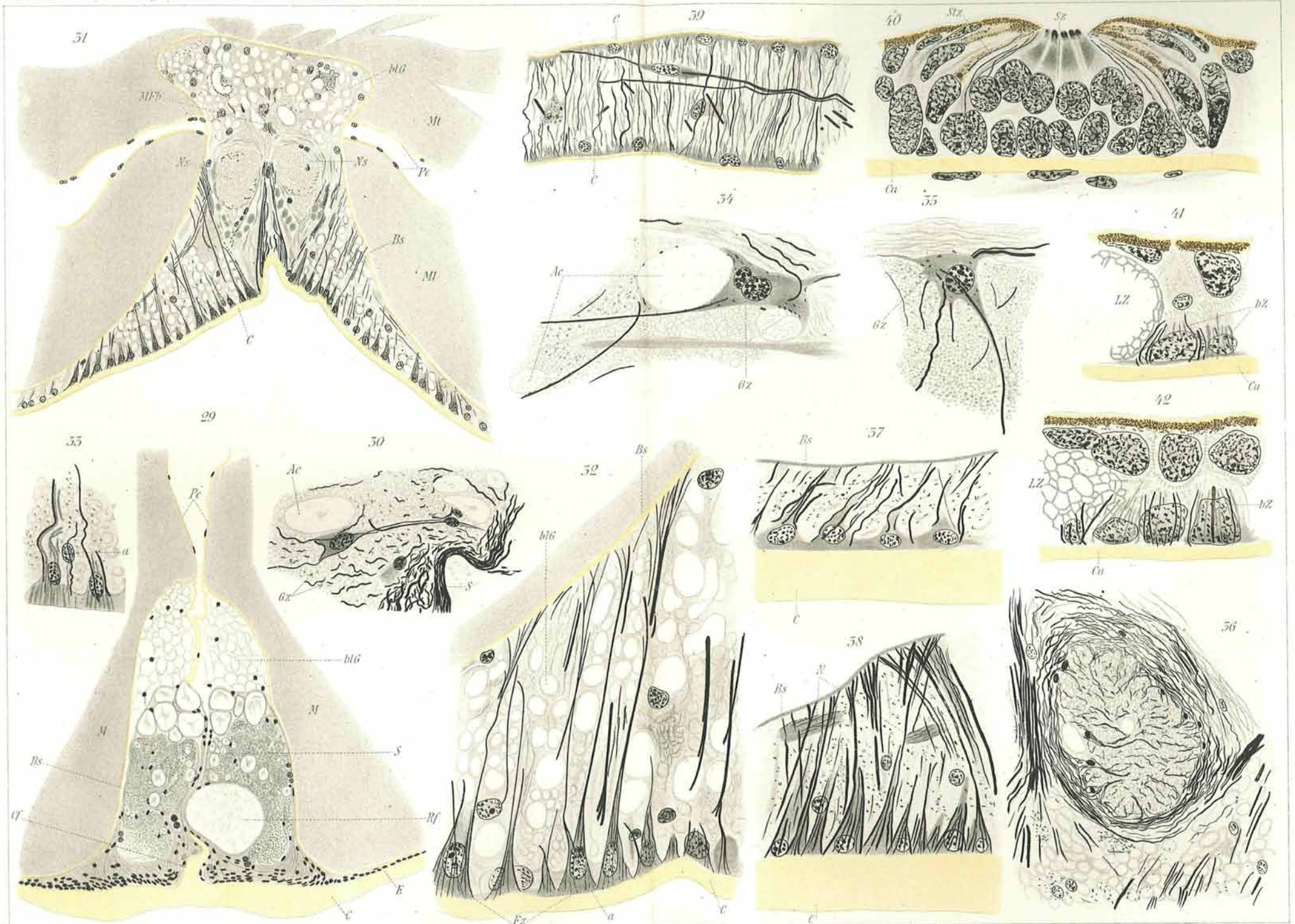
Fig. 40. *Salamandra maculosa*, Larve. Hautsinnesorgan. Kaliumbichromat-Formaldehyd, Eisenhämatoxylin-Orange. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.

Fig. 41 und 42. *Salamandra maculosa*, Larve. Haut. Kaliumbichromat-Formaldehyd, Eisenhämatoxylin-Orange. ZEISS. Comp. Ocul. 6, Apochr. Obj. 4 Mm.









ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Joseph Heinrich

Artikel/Article: [Untersuchungen über die Stützsubstanzen des Nervensystems, nebst Erörterungen über deren histogenetische und phylogenetische Deutung. 335-400](#)