

226121

Ein Beitrag
zur feineren
Anatomie des Rückenmarks
von *Rana temporaria* L.

Eine mit Genehmigung der Hochverordneten
Medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität zu

DORPAT

zur Erlangung der Würde

eines

Doctors der Medicin

verfasste und zur öffentlichen Vertheidigung bestimmte

Abhandlung

von

Jacob Traugott.

Mit einer lithographirten Tafel.

DORPAT.

Gedruckt bei Carl Schulz.

1861.

150344.

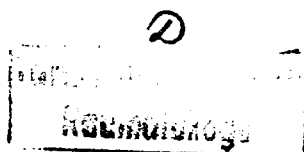
I m p r i m a t u r

haec dissertatio ea lege, ut, simulac typis fuerit excusa, numerus exemplorum praescriptus tradatur collegio ad libros explorandos constituto.

Dorpati Livonorum d. XXIII. m. Maji a. MDCCCLXI.

*N*º 120.
(L. S.)

Dr. Rud. Buchheim,
med. ord. h. t. Decanus.



463604

• **Seinen geliebten Eltern**

und

seinem Freunde

Dr. med. Hugo Behr.

V o r w o r t.

So lange man bei den histologischen Untersuchungen des Rückenmarks sich nur frischer Präparate bediente, so lange man den Zusammenhang der einzelnen Elemente desselben durch Ausbreiten mittelst Nadeln zu erforschen suchte, so lange war es kein Wunder, dass selbst bei sehr sorgfältigen Arbeiten grosse Lücken sich fanden; daher sind denn auch die Bemühungen der verschiedenen Forscher über diesen Gegenstand aus jener Zeit für uns von nur untergeordnetem Werthe. Seitdem man aber durch Hannover ¹⁾ gelernt hat, dem Rückenmark eine solche Festigkeit zu geben, dass man sehr feine Schnitte von demselben gewinnen kann, ohne die ursprüngliche Anordnung der einzelnen Elemente zu stören, hat die Histologie dieses Gegenstandes bereits eine sehr reichhaltige Literatur aufzuweisen. Leider aber stehen die Ansichten der verschiedenen Autoren sich häufig noch so schroff gegenüber und finden sich nicht nur über die Struktur des Rückenmarks im Allgemeinen, sondern auch über die einzelnen Formelemente desselben noch so viele Widersprüche, dass man sich darüber nicht wundern darf, dass trotz zahlreicher Arbeiten noch Manches zu wünschen übrig bleibt. Dieser Umstand so wie der Wunsch, aus eigener Anschauung ein Urtheil über die bestehenden Controversen zu gewinnen, be-

¹⁾ Die Chromsäure, ein vorzügliches Mittel bei mikroskopischen Untersuchungen. Müller's Archiv 1840. S. 549.

wogen mich auf Anrathen meines hochgeschätzten Lehrers, Herrn Prof. Dr. Reissner, das Rückenmark des Frosches einer abermaligen Untersuchung zu unterwerfen. Im Verlauf meiner Beschäftigung mit diesem Gegenstande sind mir die Schwierigkeiten desselben natürlich nicht verborgen geblieben; ich kann daher nicht umhin meine Arbeit der Nachsicht Sachverständiger zu empfehlen, und zwar sehe ich mich hiezu um so mehr veranlasst, als die Kürze der mir vergönnten Zeit mir nicht gestattete, meinen Untersuchungen die Ausdehnung zu geben, welche erforderlich wäre, um zu einer abschliessenden Entscheidung, wenn überhaupt eine solche mit unseren jetzigen Hilfsmitteln möglich sein sollte, zu gelangen.

Schliesslich halte ich es für meine angenehme Pflicht, dem Herrn Prof. Dr. Reissner für die Freundlichkeit, mit welcher er mir bei meiner vorliegenden Arbeit hilfreich an die Hand gegangen ist, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Einleitung.

Ehe ich zu der Hauptsache meiner Untersuchungen übergehe, erachte ich es für nothwendig, einige Bemerkungen über die dem blossen Auge sich darbietenden Verhältnisse des gesammten Rückenmarks von *Rana temporaria* L., sowie über die Beschaffenheit seiner Häute voranzuschicken.

Wenn der Kanal der Wirbelsäule, welcher zur Aufnahme des Rückenmarks bestimmt ist, eröffnet wird, so zeigt sich zunächst, dass er von einer dünnen Lamelle, welche durch ihre schwarze Farbe auffällt, ausgekleidet ist. Sie hängt sehr innig den betreffenden Wirbeltheilen an, so dass sie sich von letzteren nur schwer und bloss in kleinen Fetzen ablösen lässt. Sie entspricht ohne Zweifel der *Dura mater*. Bei der mikroskopischen Untersuchung werden die etwaigen Strukturverhältnisse durch das überaus reichliche Pigment verdeckt, so dass es nur hin und wieder gelingt, namentlich nach Zusatz von Essigsäure, sich davon zu überzeugen, dass parallel verlaufende Bindegewebsstränge nebst feinen elastischen oder spiralen Fasern und kleinen stäbchenförmigen Bindegewebskörperchen die Grundlage dieser Haut ausmachen. Das Pigment tritt in der Gestalt von sehr zahlreichen schwarzen Flecken auf, welche zum Theil grössere, compacte Haufen, zum Theil vielfach vorästelte Figuren darstellen, in denen nur selten eine helle, runde Stelle als Ausdruck eines Zellkernes zu erkennen ist. Eine Membran, welche diese Pigmentflecken umgrenzte, konnte nicht nachgewiesen werden. Die

Flecken selbst bestehen aus sehr feinen schwarzen Körnchen, welche bei der Präparation immer in grosser Menge frei werden.

Durch einen nur geringen Zwischenraum von der Dura mater getrennt findet man die zarte Pia mater, welche viel weniger Pigment enthält. Sie besteht, wenigstens am hinteren Theile des Rückenmarks, aus zwei Schichten, zwischen denen mehr oder weniger reichlich eine breiige, hauptsächlich aus Kalkkrystallen gebildete Masse, wie sie an den Austrittsstellen der Spinalnerven aus dem Rückgratskanal hinreichend bekannt ist, sich vorfindet. Die Pia mater selbst besteht aus Bindegewebe, dessen Grundsubstanz der Länge nach fein gestreift erscheint, und dessen zellige Bestandtheile durch länglich rundliche Kerne gebildet werden, und einem Pflasterepithel, das ich jedoch nur an der äusseren Lamelle wahrgenommen habe. An den Epithelzellen liessen sich hin und wieder Andeutungen eines Flimmerbesatzes erkennen. Das Pigment tritt hier viel seltener in compacten Massen, öfter in ramificirten Figuren auf; in beiden Fällen erkennt man häufig einen Kern. Die innere Lamelle stimmt im Wesentlichen mit der äusseren überein, enthält aber noch spärlichere Pigmentflecken.

Ueber die äusseren Gefässe des Rückenmarks habe ich Folgendes zu bemerken. Längs der unteren Fläche des Rückenmarks, eingebettet in die Basis des Fortsatzes der Pia mater, welche durch die Fissura longitudinalis inferior nach oben aufsteigt, findet sich ein Blutgefäss, welches unter der Medulla oblongata aus zwei zusammenfliessenden Wurzeln, die aus dem hinteren Abschnitt des Circulus arteriosus Willisii hervorgehen, gebildet wird und nach hinten bis in das Os coccygis verfolgt werden kann. Corti¹⁾, der dieses Gefäss, welches der Arteria spinalis anterior des Menschen entspricht, Arteria myelica nennt, will bei Psammosaurus griseus es entsprechend den Anschwellungen und Versmälnerungen des Rückenmarks bald stärker bald schwächer gefunden haben; etwas Aehnliches habe ich beim Frosch nicht beobachtet. Die Arterie nimmt übrigens in ihrem Verlauf von links und rechts nicht ganz symmetrische Zweige auf, wel-

1) De Psammosauri grisei systemate vasorum. Vindobonae. 1847. S. 22.

ehe von der Visceralhöhle durch die Intervertebralöffnungen in den Rückgratskanal gelangen. Entsprechend der oberen Fläche des Rückenmarks bemerkt man in der oberflächlichen Lamelle der Pia mater eine starke Vene, welche ebenfalls nach beiden Seiten Zweige abgibt. In der tiefen, dem Rückenmark unmittelbar aufliegenden Lamelle der Pia mater trifft man nur hinten ein longitudinales Gefäss, welches in den hier vorhandenen Sulcus longitudinalis superior eingesenkt ist und auch zum Venensystem zu gehören scheint, wenigstens liess es sich bei der Injection der Arterien nicht füllen.

Das Rückenmark hat im Allgemeinen die Gestalt eines schwach von oben nach unten comprimierten Cylinders, der an verschiedenen Stellen eine verschiedene Breite darbietet. Von seinem Anfange unmittelbar hinter dem kleinen Gehirn bis zum Abgange der Wurzeln des ersten Spinalnervenpaares verschmälert sich das Rückenmark nur sehr wenig und ganz allmähig, wird dann eben so breiter, bis es zwischen den Wurzeln des zweiten und dritten Spinalnerven, der *Intumescencia cervicalis* der höheren Wirbelthiere entsprechend, die grösste Breite erreicht. Von hier verjüngt es sich abermals und erlangt in der Gegend des fünften Nervenpaares die stärkste Verschmälung, die jedoch nicht weniger als die Hälfte der *Intumescencia cervicalis* beträgt. Dann wird es auf's Neue breiter bis zu der Gegend, in welcher das neunte und zehnte Nervenpaar entspringen, bildet somit hier eine der *Intumescencia lumbalis* entsprechende Anschwellung und verjüngt sich darauf immer mehr zu dem sogenannten *Conus medullaris*, von dem ein anfangs an Dicke sich gleichbleibender, später schmaler werdender Faden, das *Filum terminale*, in das Steissbein dringt und nach hinten etwa bis zur Mitte dieses Knochens zu verfolgen ist. Unter den zehn Nerven, welche jederseits vom Rückenmark entspringen, ist der erste ein sehr feiner Faden, der zweite der stärkste, besonders durch seine vordere Wurzel, der dritte weit schwächer; von diesem bis zum fünften, welcher ungefähr dem ersten gleich kommt, findet eine Abnahme, darauf eine Zunahme der Dicke bis zum achten Nerven, welcher jedoch den zweiten an Stärke nicht erreicht, und endlich eine abermalige Abnahme Statt, jedoch in der Weise, dass die zehnte

Wurzel immer noch stärker ist als die dritte. Vom Filum terminale selbst gehen auch noch einige feine Nerven ab, welche schon von Volkmann, Budge und Kupffer bemerkt worden sind.

Zur histologischen Untersuchung wurde das Rückenmark so eben getödteter Frösche in eine Chromsäurelösung von so schwacher Concentration gebracht, dass sie etwas dunkler als citronengelb gefärbt erschien. Nach 8 Tagen war das Rückenmark meist derartig erhärtet, dass man mit Leichtigkeit feine Schnitte aus ihm gewinnen konnte. Nach dem Erhärten wurde es in rothe Tinte gebracht und bald längere, bald kürzere Zeit der Einwirkung derselben überlassen. Um es beim Schneiden leichter handhaben zu können, wurde das ganze Rückenmark in ein ebenfalls erhärtetes Stück des Rückenmarks vom Rinde eingeklemmt. Mit einem sehr scharfen, zur Verminderung der Adhäsion mit Alkohol benetzten Rasirmesser wurden die Schnitte sowol der Quere, als auch der Länge nach angefertigt.

Jedes zur mikroskopischen Untersuchung in der angegebenen Weise erhaltene und für brauchbar befundene Präparat konnte ohne weitere Behandlung auf seine Elemente untersucht werden. Nur für die Verfolgung der Zellenfortsätze und der Axencylinder erschien es wünschenswerth, den Schnitten eine grössere Durchsichtigkeit zu verleihen. Zu diesem Zwecke habe ich häufig Schwefelsäure, Aetzkalilösung und eine Mischung von Weingeist und Essigsäure angewandt; aber diese Reagentien leisten, abgesehen davon, dass sie viele Unbequemlichkeiten herbeiführen, jedenfalls nicht mehr als Terpentinöl, welches binnen Kurzem einen dünnen Schnitt so durchsichtig macht, als man es nur wünschen kann. Durch einen Tropfen Canadabalsam wurden endlich die Präparate vor dem Eintrocknen geschützt und konnten nun, mit einem Deckgläschen bedeckt, zu wiederholten Beobachtungen aufbewahrt werden.

I. Untersuchungen des Rückenmarks an Querschnitten.

Ein Querschnitt des Rückenmarks von *Rana temporaria* L. bietet je nach der Gegend, aus welcher er genommen ist, einen verschiedenen Umfang dar; denn wenn auch das Rückenmark im Ganzen die Gestalt eines von oben nach unten schwach zusammengedrückten Cylinders hat, so tritt die Abplattung an den beiden Anschwellungen des Rückenmarks stärker hervor als an den übrigen Theilen desselben, und ein Segment aus jenen Gegenden hat fast die Form einer Ellipse, während ein Querschnitt ungefähr aus der Mitte des Rückenmarks, aus dem Conus medullaris und dem Filum terminale fast kreisförmig erscheint. Mit Ausnahme des Filum terminale, dessen Querschnitt am vollständigsten kreisrund ist, liegt der grösste Breitendurchmesser des Querschnittes immer unterhalb der Mitte des senkrechten Durchmessers.

In der Mitte des Randes eines Querschnittes, welcher der unteren Fläche des Rückenmarks entspricht, findet sich eine ziemlich starke Einkerbung, die auf den Sulcus longitudinalis inferior bezogen werden muss, und von der eine schmale Spalte als Fissura longitudinalis inferior senkrecht aufsteigt, wenn man sich den Schnitt in der ursprünglichen Lage denkt. Ein Sulcus longitudinalis superior ist nur an der hinteren Hälfte des Rückenmarks und eine Fissura longitudinalis superior gar nicht vorhanden; statt der letzteren sieht man aber eine schmale Fortsetzung der Pia mater, die beiden Hälften des Rückenmarks von einander scheidend, aber mit ihnen verwachsen, herablaufen. Sulci laterales existiren nicht; wol aber sieht man an verschiedenen Stellen von der Peripherie gegen das Centrum verlaufende, dunkler gefärbte Streifen, welche von grösserer Breite besonders in der Gegend vorkommen, in welcher die hinteren Wurzeln der Spinalnerven das Rückenmark erreichen.

A: Die graue Masse.

Die Abgrenzung der weissen und der grauen Masse gegen einander erkennt man sowol an Querschnitten des frischen, als auch des erhärteten oder des erhärteten und mit Carmin gefärbten Rückenmarks schon mit blossem Auge und noch bestimmter unter der Loupe. Die weisse Masse wird durch Carmin wenig, die grau stark geröthet. Die graue Substanz des Rückenmarks entspricht beim Frosche einigermaßen dem Umfange des ganzen Rückenmarks, bietet jedoch auch im Querschnitte eine gewisse Aehnlichkeit mit der Form dar, welche sie im Rückenmark des Menschen und der bis jetzt untersuchten Säugethiere hat erkennen lassen, indem ein flacher Ausschnitt an jeder Seite die Unterscheidung von oberen und unteren Hörnern rechtfertigt. Die unteren Hörner sind breit und kurz und divergiren nach unten, während die oberen schmaler und länger sind und nach oben convergiren. Die unteren Hörner werden durch einen breiten, flachen Ausschnitt, in den häufig eine mittlere Schneppe grauer Substanz hineinragt, von einander geschieden; zwischen die oberen Hörner dringt die weisse Substanz in Gestalt eines Keiles hinein. Diese Hörner stehen im Allgemeinen der oberen Peripherie des Rückenmarks näher als jene der unteren; am auffallendsten ist diese Differenz in dem verengten Theile des Rückenmarks, zwischen den beiden Anschwellungen. Gegen das Filum terminale hin nimmt die weisse Masse immer mehr an Dicke ab, und dieses selbst wird nur von der grauen gebildet.

Ueber und unter dem Centralkanale, der in dem grössten Theile des Rückenmarks ungefähr die Mitte einnimmt, hat die graue Masse ein abweichendes Aussehen. Ueber dem Centralkanale sieht man nämlich an mikroskopischen Präparaten eine sehr durchsichtige Stelle, welche mit Einschluss des Centralkanals eine Ellipse bildet, deren längerer Durchmesser senkrecht steht. Nach oben erstreckt sie sich bis zur stärksten Convergenz der oberen Hörner oder bis zu einer brückenartigen Verbindung zwischen ihnen, nach unten bis zum Epithel des Centralkanals. Ihre seitliche Begrenzungslinie bildet

häufig die stärkste Krümmung über der Mitte des Längsdurchmessers. Dieser Durchmesser ist am bedeutendsten in der Intumescencia cervicalis, geringer in dem mittleren, verengten Theile des Rückenmarks und wieder etwas grösser in der Intumescencia lumbalis. Stilling, der diese Gegend mit dem Namen der Substantia gelatinosa centralis belegt, hat sie mit meinen Untersuchungen in vielen Beziehungen übereinstimmend beschrieben und gezeichnet¹⁾; dagegen hat Kupffer²⁾ die Verschiedenheit dieser Partie von der übrigen grauen Masse nicht erwähnt: er beschreibt vielmehr eine aus elastischen und spiralen Fasern bestehende, sehr dunkle Linie, welche von der Mitte der oberen und unteren Rückenmarksperipherie aus den Fortsätzen der Pia mater ihren Ursprung nehme, bis zum Centralkanal sich erstrecke und so das Rückenmark in zwei symmetrische Seitenhälften theile, dieser Gegend aber eine grössere Dichtigkeit und Undurchsichtigkeit verleihe. Bei meinen Untersuchungen habe ich aber nie ein solches Bild beobachten können, wie es Kupffer beschrieben und gezeichnet hat. Nach unten von dem Centralcanale habe ich stets einen schmalen Streifen wahrgenommen, welcher sich durch grössere Durchsichtigkeit und Farblosigkeit auszeichnete und in gleichmässiger Breite vom Centralcanal bis zum unteren Rande der grauen Masse verlief.

a. Der Centralkanal.

Die erste Nachricht über diesen Kanal im Rückenmark des Froesehs scheint von Budge³⁾ mit folgenden Worten gegeben worden zu sein: „In der Hälfte des Conus zeigt sich in dem Durchschnitt der inneren Fläche eine Rinne, die mit derselben der anderen Seite einen sehr engen Kanal bildet;“ dann fügt er aber hinzu: „und am vordersten Ende des Conus von märkiger Masse ausgefüllt ist,“ was es wiederum zweifelhaft macht, ob hierunter wirk-

1) Atlas mikroskopisch - anatomischer Abbildungen zu den neuen Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Cassel. 1859. Taf. 31. Fig. 3.

2) De medull. spin. textura in ranis. Diss. inaug. Dorpat 1854. S. 26.

3) Müller's Archiv 1844. S. 165.

lich der Centralkanal gemeint sei. Auch Blattmann¹⁾ erwähnt nur sehr kurz des Centralkanals, indem er sagt: „Sie“ (die graue Masse) „formirt einen hohlen Einschluss um den Rückenmarkskanal, welcher letztere im Halstheile sich der Längsfurche nähert und endlich in den Sinus rhomboideus ausmündet.“ Genauer sind die Angaben von Kupffer²⁾ und Stilling³⁾, welche den Centralkanal als ein nie fehlendes und die ganze Länge des Rückenmarks durchziehendes Gebilde kennen lehrten.

Trotz aller Sorgfalt, welche man auf die Herstellung mikroskopischer Präparate verwandt haben mag, findet man häufig den Centralkanal theilweise zerstört. Es scheint dieses besonders dadurch begünstigt zu werden, dass über ihm ein sehr lockeres Gewebe liegt. In vielen Fällen habe ich jedoch den Kanal ganz vollständig und von durchaus regelmässigem Umfange wahrgenommen. Er liegt in dem bei Weitem grössten Theile des Rückenmarks ungefähr gleich weit entfernt von der oberen und von der unteren Fläche desselben, im Conus medullaris nähert er sich allmählig mehr und mehr der unteren Fläche und berührt im Filum terminale mit seinem unteren Umrisse die Pia mater. In Querschnitten aus den Anschwellungen des Rückenmarks stellt er eine querliegende Ellipse dar, in denen aus der Mitte nähert er sich der Kreisform und zeigt letztere Gestalt vollständig im Conus medullaris und Filum terminale; kurz vor der Einmündung in den Sinus rhomboidalis nimmt er die Gestalt einer Raute an, deren Winkel nach oben, unten, rechts und links gerichtet sind. Seine Weite ist sehr wechselnd: am bedeutendsten bei seiner Ausmündung in den vierten Hirnventrikel, am engsten im Filum terminale, in den Anschwellungen weiter, zwischen, vor und hinter ihnen enger. Kupffer⁴⁾ äussert sich über die Grösse des Centralkanals mit diesen Worten: „Canalis lumen“ — „in superioris intumescenciae vicinia longitudine 0,05“, latitudine 0,016“ par.,

1) Mikroskopisch-anatomische Darstellung der Centralorgane des Nervensystems bei den Batrachieren u. s. w. Zürich 1850. S. 10.

2) Kupffer, a. a. O. S. 13.

3) Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Cassel 1859. S. 17.

4) Kupffer, a. a. O. S. 14.

paulo ante ventriculi quarti initium, apice, qui ad anteriora procurrit, simul computato, longitudine 0,25", latitudine 0,06" par. aequavit." Stilling ¹⁾ fand den Centralkanal in der vorderen Anschwellung 0,06" im senkrechten, 0,020" — 0,032" im wagerechten Durchmesser; „in der Provinz des zweiten Halsnerven von vorne nach hinten 0,032", von einer Seite zur andern 0,012" und von hier aufwärts zur medulla oblongata hin allmählig zunehmend.“ Meine eigenen Messungen ergaben in der vorderen Anschwellung eine Höhe von 0,0910 mm., eine Breite von 0,1120 mm., in der hinteren Anschwellung eine Höhe von 0,0665 mm. und eine Breite von 0,0956 mm. Im vorderen Ende des Conus medullaris mass der Centralkanal 0,0418 mm. im senkrechten, 0,0494 mm. im queren Durchmesser, beim Uebergange des Conus medullaris in das Filum terminale 0,0342 mm. im senkrechten, und 0,0380 mm. im wagerechten Durchmesser.

Die innere Auskleidung des Kanals ist ein Flimmerepithel, wie es wahrscheinlich in allen Höhlungen des centralen Nervensystems sich vorfindet. Es besteht aus langgestreckten conischen Zellen mit granulirtem Inhalt und einem deutlichen Kern. Die Zellen, welche durch Carmin intensiv roth gefärbt werden, haben eine deutliche Zellmembran und scheinen von ihrem spitzen Ende zarte Fäden auszusenden, welche radienartig in die umliegende graue Substanz ausstrahlen. Ein Theil dieser Fäden und zwar derjenige, der gegen die Fissura longitudinalis inferior und den Sulcus longitudinalis superior sich erstreckt, geht direkt in das Bindegewebe über, welches als Fortsetzungen der Pia mater von oben und unten in das Rückenmark hineindringt. Auch die seitlich ausstrahlenden Fäden sind bisweilen über weite Strecken zu verfolgen.

Das Lumen des Centralkanals ist in wolgelungenen Schnitten stets frei und leer; wenn man es bisweilen mit Blutkörperchen oder mit einer feinkörnigen Masse ausgefüllt findet, so hat das seinen Grund in der überaus zarten, leicht zerreißbaren Beschaffenheit der Wandung des Centralkanals und seiner nächsten Umgebung; ge-

3) Stilling, a. a. O. S. 27.

wöhnlich ist dann auch der Kanal mehr oder weniger durch den Schnitt zerstört.

b. Die Verschiedenheit der grauen Substanz an verschiedenen Stellen.

Die graue Masse, welche den Centralcanal nebst seinem Epithel umgiebt, lässt zunächst zwei Theile von verschiedenem Aussehen unterscheiden. Am meisten in die Augen fallend ist die Substanz, welche ich schon oben als lichte Stelle von elliptischem Umfange über dem Centralcanal erwähnt habe, und welche in der Weise bisher bei anderen Wirbelthieren nicht angetroffen worden ist. Stilling ¹⁾ hält sie freilich für identisch mit der Umgebung des Centralcanals im Rückenmark des Menschen und gewisser Säugethiere; jedoch hoffe ich, dass die specielle Beschreibung die Verschiedenheit zur Genüge herausstellen werde. Die Substanz, welche ich eben im Auge habe, grenzt sich im bei weitem grössten Theile des Rückenmarks von der übrigen grauen Masse scharf ab. Sie besteht aus einem unregelmässigen Netzwerk von Fäden, welche nach allen möglichen Richtungen, hauptsächlich aber von einer Seite des Rückenmarks zur andern verlaufen, viel seltener sind solche, welche eine senkrechte Richtung einschlagen: diese gehören jenen Gebilden an, welche bereits oben als von den Epithelzellen des Centralcanals zu den durch die Fissura longitudinalis inferior aufsteigenden und den vom Sulcus longitudinalis superior sich herabsenkenden Fortsätzen der Pia mater verlaufend angegeben wurden. Zwischen den wagerechten Fäden finden sich sehr häufig Anastomosen, durch welche mit oder ohne Betheiligung der senkrechten, vieleckige oder rundliche, verhältnissmässig grosse Lücken gebildet werden, die in frischem Zustande ohne Zweifel von Flüssigkeit erfüllt sind. Die Fäden sind bald sehr zart, kaum 0,0005 mm. im Durchmesser haltend, farblos oder hellroth, bald weniger fein, 0,0010 mm.—0,0015 mm. dick, und intensiv roth gefärbt; mitunter erinnern sie einigermaßen an variköse Nervenfasern, indem sie sich nicht ganz gleichmässig,

1) Stilling a. a. O. S. 39.

sondern etwas knotig darstellen. Ausserdem findet man auch noch eine nicht unbedeutende Menge von runden oder länglich runden, granulirten und intensiv roth gefärbten Körpern, die entweder seitlich den Fäden anliegen oder in deren Continuität enthalten sind. Sie haben eine Breite von 0,0025 mm.—0,0040 mm. und eine Länge von 0,004 mm.—0,005 mm. Ich halte diese Körper, welche mit den an der Pia mater vorkommenden in jeder Beziehung übereinstimmen, für Bindegewebskörper und die ganze Substanz für gallertartiges Bindegewebe. Häufig ziehen durch sie, besonders in querer Richtung, starke Blutgefässe. Bisweilen waren die Lücken des Netzwerkes mehr oder weniger von einer Masse ausgefüllt, welche bald homogen, bald fein punktirt erschien und höchst wahrscheinlich durch Gerinnung, die wenigstens zum Theil auch die Beschaffenheit der Fäden bedingen mag, entstanden war. Nach unten vom Centralkanale, zwischen dem mittleren Theile seines untern Umfanges und der unteren Begrenzung der grauen Masse, liegt, wie oben erwähnt, ein bandartiger Streifen, welcher von der übrigen grauen Masse ebenfalls durch seine hellere Färbung absticht. Dieser Streifen besteht aus den senkrecht von den Epithelzellen gegen die Fissura longitudinalis inferior verlaufenden Fäden, welche mit ebenso feinen, in wagerechter Richtung verlaufenden, sich ziemlich regelmässig kreuzen und auf diese Weise ein sehr enges Gitterwerk darstellen, in dessen Lücken ebenfalls bisweilen eine bald homogene, bald fein punctirte Masse wahrzunehmen ist. Bindegewebskörper sind auch hier vorhanden, meist aber nur vereinzelt; nicht selten sind sie aber in fast regelmässigen Reihen geordnet.

Die übrige graue Masse zeigt ein ziemlich gleichmässiges Ansehen und besteht aus einer Grundsubstanz und aus in derselben liegenden faserigen und zelligen Gebilden.

Was zunächst die Grundsubstanz anbetrifft, so erscheint sie fein granulirt. Schon Blattmann ¹⁾ spricht von einer „gekörnten dunklen Masse“ als Bestandtheil der grauen Substanz. Kupffer ²⁾

1) Blattmann, a. a. O. S. 27.

2) Kupffer, a. a. O. S. 15.



beschreibt sie mit folgenden Worten: „Quae substantia, in segmentis tenuibus stratum hyalinum, granulis obsitum perparvis, apparet, quod, quum omnibus locis imaginem undulatam subtilibus striis insignitam praebet, membranae plicis parvulis ubique trajectae speciem induit.“ Das streifige Ansehen der grauen Substanz rührt meiner Meinung nach nicht von der Grundsubstanz, sondern einmal von den radiären Fäden, welche ich oben beschrieben habe, dann von zahlreichen Nervenfasern oder Fortsätzen von Nervenzellen her; nur die granulirte Beschaffenheit ist Eigenthümlichkeit der Grundsubstanz in Präparaten, welche in der angegebenen Weise behandelt worden sind. Ich kann demnach dem Bindegewebe an der Zusammensetzung der grauen Masse nicht den ausgedehnten Antheil zugestehen, welchen Kupffer ihm vindicirt; ein grosser Theil der von Kupffer als Bindegewebsfasern gedeuteten und gezeichneten Faserzüge besteht unstreitig aus markhaltigen Nervenfasern.

An Präparaten aus dem erhärteten Rückenmark, welche nicht mit Terpentinöl behandelt worden sind, erscheint die Grundsubstanz wie aus äusserst zarten, nach verschiedenen Richtungen sich durchkreuzenden Fäden gebildet, welche ein feines Netzwerk darstellen. Stilling hat ausführlicher hierüber gehandelt und seine Anschauung durch zahlreiche Abbildungen erläutert; letztere halte ich für ziemlich naturgetreu, erstere aber kann ich nicht theilen.

c. Zellen der grauen Substanz.

Die zelligen Elemente, welche in der grauen Substanz vorkommen, theile ich in drei Arten. Als erste Art mögen die grossen Nervenzellen genannt werden. Sie werden bisweilen nicht unmittelbar von der Grundsubstanz umgeben, sondern liegen in Höhlen, welche grösser als sie selbst sind; ohne Zweifel verdanken diese der Chromsäure erst ihren Ursprung. Die Zellen erscheinen auf Querschnitten meist spindelförmig oder dreieckig, wie sie schon Kupffer beschrieben hat, seltener vier-, ja fünfeckig. Sie haben eine Länge von 0,0266 mm. — 0,0532 mm. und eine Breite von 0,0095 mm. — 0,0228 mm. Eine Zellenmembran habe ich nicht nachweisen können, obgleich Kupffer eine solche angibt; übrigens ist sie bisher ziemlich all-

gemein für die grossen Nervenzellen im Rückenmark in Abrede gestellt worden. Der Kern ist immer deutlich, in der Regel durch Carmin dunkler gefärbt als der Zellinhalt und mit Körnchen so dicht erfüllt, dass das Kernkörperchen nicht immer deutlich wahrzunehmen ist. Kupffer¹⁾ lässt diese Zellen nur in den unteren Hörnern auftreten, indem er von ihnen sagt: „numquam ultra diametrum medullae transversum in posteriore substantiae cinereae dimidio reperi.“ Hiemit stimmen meine eigenen Beobachtungen nur insofern überein, als sie dort sich in der That constant und in grösserer Anzahl finden; nichts desto weniger habe ich sie häufig genug auch oberhalb der bezeichneten Grenze gesehen, ja sogar in den oberen Hörnern fehlen sie nicht, nur kommen sie hier mehr vereinzelt vor. Auch im Rückenmark des Menschen sind die grossen Nervenzellen nach Kölliker²⁾ nicht auf die Vorderhörner allein beschränkt, sondern treten auch in den Hinterhörnern auf. Ueber die Lagerung der Zellen sagt Kupffer³⁾: „His enim locis“ (d. h. in den Anschwellungen des Rückenmarks) „maxima ex parte alterum alteri adnoxa unam lineam, quae ab anteriore externoque substantiae cinereae angulo ad partem posteriorem internamque canaliculum centralem versus, tendit, efficiunt, canali tamen non ultra dimidiam hujus lineae partem appropinquant.“ Wenngleich eine solche Anordnung allerdings am häufigsten beobachtet wird, so ist sie doch nicht constant. Die hauptsächlichste Lagerungsstätte ist der äussere untere Winkel des Unterhornes; von hier aus erstrecken sie sich theils in gerader Richtung gegen den Centralkanal, theils, und zwar meist mehr vereinzelt, längs des unteren Randes der grauen Substanz bisweilen bis zum senkrechten Durchmesser des Rückenmarks. Die Fortsätze dieser Zellen werden durch Carmin, wie der Zellinhalt, bald heller, bald dunkler gefärbt. Häufig sind sie ganz kurz abgeschnitten, und bieten dann natürlich keinen weiteren Anhalt zur Feststellung ihres Verlaufs und ihrer etwaigen Verbindungen dar; nicht selten lassen sie sich aber über weite Strecken, die

1) Kupffer, a. a. O. S. 17.

2) Kölliker: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Leipzig, 1859. S. 286.

3) Kupffer, a. a. O. S. 17.

zwei-, drei und mehrmal die Zellenlänge übertreffen, verfolgen, verschmälern sich indessen allmählig, bieten bisweilen eine einmalige Theilung dar und entziehen sich endlich der ferneren Beobachtung.

Ueber die Richtung und den Verlauf der Zellenfortsätze haben meine Untersuchungen Folgendes ergeben. Zuvörderst geht, wenn man drei als häufigste Zahl der Fortsätze annimmt, ein Fortsatz nach unten, oder nach innen und unten. Derartige Fortsätze ziehen im ferneren Verlauf entweder weiter nach unten fort bis in die weisse Substanz hinein, oder sie wenden sich später, in der grauen Substanz verbleibend, rein nach innen, selbst nach innen und etwas nach oben. Wenn sie erstere Richtung verfolgen, sieht man sie nach der Gegend hin, in welcher die unteren Spinalnervenwurzeln das Rückenmark verlassen, ihren Verlauf nehmen. Nur in überaus seltenen Fällen ist es möglich gewesen, einen direkten Zusammenhang eines Zellenfortsatzes mit einer Wurzelfaser zu verfolgen; dasselbe hat auch schon Kupffer ¹⁾ beobachtet, wie aus seinen Worten folgt: „Saepius mihi obtigit, ut axis cylindros ad partem anticam externamque conversos per substantiam cineream usque in massae albae lacunam, quin longius etiam per totam substantiae albae latitudinem ad peripheriam usque continuo persequeretur.“

Wenn ich mich auch der Behauptung enthalten muss, dass jede Wurzelfaser mit einem Zellenfortsatze in direkter Verbindung stehe, so lässt sich dagegen nicht läugnen, dass dieses wenigstens zum Theil der Fall ist. Wenn es aber so selten gelingt, diesen direkten Zusammenhang der Nervenwurzeln mit den Zellen nachzuweisen, so liegt der Grund hiervon hauptsächlich darin, dass die Fasern der vorderen Wurzeln während ihres Verlaufes durch die weisse Substanz meist nicht in einer und derselben Horizontalebene dahinziehen, und dass daher ein rechtwinklig durch das Rückenmark geführter Schnitt sie meist in ihrer Fortsetzung unterbricht. Fortsätze der zweiten oben angegebenen Richtung, oder solche, welche gleich anfangs oder erst später sich nach innen wenden, lassen sich häufig bis über die Eintrittsstelle der vorderen Wurzeln nach innen verfol-

1) Kupffer, a. a. O. S. 21.

gen. Ob durch diese Fortsätze Zellen der einen Rückenmarkshälfte mit denen der anderen direkt verbunden werden, wage ich nicht zu behaupten; dagegen ist es nicht zu bezweifeln, dass sie dazu bestimmt sind, auf die andere Seite des Rückenmarks hinüberzugehen. Kupffer¹⁾ sagt von ihnen: „neque tamen unquam unum eundemque cylindrum ultra lineam mediam in alterum medullae dimidium certo persecutus sum.“ In dieser Angelegenheit bin ich um einen Schritt weiter gekommen. Wie oben bemerkt, fand ich öfter grosse Nervenzellen in der Nähe des senkrechten Durchmessers des Rückenmarks oder selbst solche, welche von diesem Durchmesser geschnitten wurden. In diesen Fällen war es leicht die Fortsätze in beide Seitenhälften des Rückenmarks zu verfolgen; hierdurch wird meine obige Behauptung über die Bestimmung der bezüglichen Fortsätze zur Gewissheit. Ob übrigens eine jede grosse Nervenzelle der untern Hörner einen Fortsatz zur andern Rückenmarkshälfte sende, lässt sich bis jetzt nicht mit Gewissheit nachweisen, ist jedoch a priori keineswegs unwahrscheinlich.

Ferner verläuft von den meisten Zellen ein Fortsatz nach aussen und oben oder nach oben oder nach oben und innen. Fortsätze der beiden ersten Richtungen lassen sich bisweilen auch bis in die weisse Masse verfolgen, entziehen sich aber hier bald früher, bald später der ferneren Beobachtung, indem sie abgeschnitten sind. Die nach oben, oder nach oben und etwas nach innen verlaufenden Fortsätze ziehen über weite Strecken am äusseren Rande der grauen Substanz hinauf, lassen sich jedoch nicht bis zwischen die Fasern der oberen Wurzeln oder in diese Fasern selbst verfolgen, wie man nach Kupffer's Abbildung Fig. I. glauben sollte. Kupffer²⁾ drückt sich übrigens hierüber sehr vorsichtig aus: „Nec minus cylindros ad partem posticam exterioromque spectantes, quamvis eorum cursus propter majus, quod emetiendum est, spatium saepius esset interruptus, usque ad substantiam albam cognoscere licuit.“ Ich kann nur sagen, dass ich über das endliche Schicksal dieser Fortsätze nichts Gewisses festzustellen im Stande war.

1) Kupffer. a. a. O. S. 22.

2) Kupffer. a. a. O. S. 21 und 22.

Ein dritter Fortsatz ist nach aussen und zwar entweder gleichzeitig etwas nach oben oder nach unten gerichtet, meist nur kurz und dringt, wenn er von Zellen, die nahe dem äusseren Rande der grauen Substanz liegen, ausläuft, in die weisse Substanz hinein. Kupffer scheint diese Fortsätze alle auf die unteren Wurzeln zu beziehen, allein sie wenden sich meist oberhalb derselben nach aussen und haben meiner Ueberzeugung nach auch mit diesen Wurzeln nichts zu schaffen, sondern gehen alsbald in die Longitudinalfasern der sogenannten Seitenstränge über.

Eine zweite Art von Zellen (p), welche ich ebenfalls als Nervenzellen ansehen muss, hat Kupffer als Bindegewebskörper betrachtet. Sie sind häufig spindelförmig, bisweilen drei- bis vier-eckig, haben eine Länge von 0,0095 mm. — 0,0247 mm. und eine Breite von 0,0085 mm. — 0,0114 mm. und liegen wie die grossen Nervenzellen nicht selten in einer grösseren Höhle der Grundsubstanz. Einer Zellenmembran scheinen auch sie zu entbehren. Sie besitzen einen Kern und ein Kernkörperchen, letzteres ist aber häufig auch bei ihnen durch den granulirten Inhalt des Kernes verdeckt. Sie sind bald heller, bald dunkler roth gefärbt; im ersteren Falle hat es bisweilen den Anschein, als liege der Kern frei, indem der Zelleninhalt sich nicht deutlich von der Grundsubstanz abgrenzt. Dann ist es nicht möglich, sie von den Gebilden zu sondern, welche weiter unten beschrieben werden sollen. Sie sind in grösserer Menge vorhanden als die grossen Nervenzellen und finden sich ohne eine bestimmte Anordnung hauptsächlich gegen den seitlichen Rand der grauen Masse und in den oberen Hörnern, fehlen aber auch in den unteren Hörnern nicht ganz. Je nach ihrer Form senden sie zwei, drei bis vier Fortsätze aus; diese sind aber meist so zart, dass man sie nicht weit verfolgen kann; allein es gibt auch Ausnahmen, in denen man sie über ebenso grosse Strecken, als die Fortsätze der grossen Nervenzellen, nachweisen kann. In solchen Fällen sah ich Fortsätze von Zellen, welche nahe dem Seitenrande der grauen Substanz lagen, theils nach oben, theils nach unten gehen; vielleicht stehen sie in direkter Beziehung zu den oberen Wurzeln. Zellen am unteren Rande der Unterhörner schickten ihre Fortsätze nach innen und

nach aussen. Einige Male beobachtete ich Zellen, deren Fortsätze entlang des oberen Randes der oberen Hörner verliefen, ja selbst auf die andere Seite des Rückenmarks hinübergingen und zur Bildung der oberen Commissur beitrugen. Anastomosen der kleinen Zellen, welche Kupffer beschreibt und abbildet, habe ich nie mit einiger Deutlichkeit sich darbieten sehen.

Als dritte Art von zelligen Gebilden sind die Bindegewebskörper zu nennen. Sie finden sich ohne bestimmte Anordnung in der ganzen grauen Masse verbreitet vor, sind jedoch nach aussen von der über dem Centralkanal befindlichen gallertartigen Substanz in grösserer Menge vorhanden. Sie sind gewöhnlich von runder oder länglich runder Form, gleichen den Kernen der Nervenzellen sehr und lassen mitunter ein Kernkörperchen erkennen. Gewöhnlich werden sie von der Grundsubstanz sehr eng eingeschlossen und stimmen mit den Bindegewebskörpern, welche in der Pia mater, in den Blutgefässwänden und an den Primitivscheidern der peripherischen Nervenfasern vorkommen, vollkommen überein. Ihre Länge beträgt 0,0047 mm. — 0,0081 mm., und ihre Breite wenigstens die Hälfte der Länge.

d. Die faserigen Bestandtheile der grauen Masse.

Schon Blattmann¹⁾ hat in der grauen Masse des Rückenmarks achte Nervenfasern, und zwar longitudinal und transversal verlaufende, angegeben. Doch da er weder eine detaillierte Beschreibung derselben liefert, noch die Merkmale mittheilt, durch welche er sie als solche erkannt hat, so verliert seine Behauptung für die Entscheidung über die Natur der Fasern an Bedeutung. Mit grösserer Bestimmtheit hat sich Kölliker²⁾ in seiner „vorläufigen Mittheilung über den Bau des Rückenmarks bei niederen Thieren“ ausgesprochen, indem er hier angibt, achte dunkel contourirte Nervenfasern in der grauen Substanz des Froschrückenmarks gesehen zu haben. Ihnen entgegen läugnet Kupffer, der eine in vieler Beziehung mit meinen Untersuchungen übereinstimmende Darstellung

1) Blattmann a. a. O. S. 13.

2) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Leipzig, 1856. S. 3.

der Richtung des Faserverlaufes gegeben hat, das Vorkommen markhaltiger Nervenfasern in der grauen Masse und statuirt, ausser den grossen Nervenzellen, bloss Bindegewebe und nackte Axencylinder. Kupffer¹⁾ behauptet zunächst, dass die feine Streifung der grauen Masse durch Faltung einer homogenen Substanz entstehe, wie die Anwendung von Druck und Essigsäure lehre. Ob Kupffer hierbei frische Präparate anwandte, ist nicht angegeben; mir scheinen sie aber nur in sehr wenigen, bestimmten Fällen einen Aufschluss über die Textur der Gewebe darzubieten, in vorliegender Frage keinen. Erhärtete Präparate verändern sich durch mässigen Druck gar nicht, durch stärkeren reissen sie; die entstandenen Bruchstücke zeigen, wenn sie vorher gestreift waren, auch jetzt die Streifung unverändert. Auch Essigsäure erweist sich, auf erhärtete Präparate gebracht, so gut wie ganz unwirksam in Bezug auf die Streifung. — Weiter beschreibt und zeichnet Kupffer Fasern und Faserbündel, welche aus einer Kreuzung über dem Grunde der Fissura longitudinalis inferior bogenförmig zu beiden Seiten des Centralkanals aufsteigen, sagt aber endlich über sie (a. a. O. S. 51): „Quia immo cogor, ut ejus modi fibras elementa esse respectu morphologico a tela conjunctiva informi differentia omnino negem.“ Als Begründung hiefür wird angeführt, dass sich keine Fasern darstellen und überhaupt nicht parallele Begrenzungslinien, wie sie an Nervenfasern vorkommen, erkennen lassen, und endlich beim Zerzupfen ganz unregelmässige Bruchstücke erhalten werden. Wenn man aber berücksichtigt, dass die Nervenfasern in der grauen Substanz nicht so parallel wie in den peripherischen Nerven oder auch selbst in der weissen Substanz verlaufen, sondern vielfältig durchflochten sind, wird es einleuchten, dass die Schwierigkeit, Fasern der grauen Substanz zu isoliren, bedeutend gesteigert werden muss. Kupffer hat ausserdem selbst behauptet, dass die Nervenfasern des Rückenmarks keine selbstständige Scheide besitzen; wenn dem aber so ist, wie sollen sich denn Fasern isoliren lassen, welche unzweifelhafte Kriterien von Nervenfasern darbieten? Man wird eben nur Axencylinder, die in isolirtem

1) Kupffer, a. a. O. S. 15.

2) Kupffer a. a. O. S. 51.

Zustande nicht besonders charakterisirt sind und unregelmässige Fetzen von Bindegewebe erhalten. Wenn aber Kupffer²⁾ sagt: „numquam mihi contigit, ut talia elementa observarem, nedum sejungerem, quae aut latitudine vel paululum inter se congruerent aut per spatium longius limites laterales parallelos ostenderent;“ so muss ich meines Theiles gerade das Entgegengesetzte behaupten, wie weiter unten ausführlicher mitgetheilt werden soll. Kupffer¹⁾ schliesst seine Erörterung über die faserigen Bestandtheile der grauen Substanz mit den Worten: „Fibras gelatinosas vero, quas quidem scrutatores sibi observasse videntur, partim a veris fibris elasticis, partim, idque imprimis, a plicis rugisque massae gelatinosae repetendas esse arbitror.“ Hiergegen will ich nur noch bemerken, dass ausser Prof. Bidder und Kupffer bisher kein Histologe elastische Fasern in Rückenmark angenommen hat, und dass das einzige unzweifelhafte Kriterium für die Gegenwart elastischer Fasern, die Anwendung einer erwärmten Kalilösung, eine negative Entscheidung fällt.

Nach den von mir angestellten Untersuchungen enthält die graue Masse sehr zahlreiche Fasern, welche ich als Nervenfasern betrachten muss, ausserdem aber auch faserähnliche Gebilde in nicht unbeträchtlicher Menge, die dem Bindegewebe zugezählt werden müssen. Ich meine hierunter diejenigen Fasern oder Fäden, welche von den Epithelialzellen des Centralkanal in geringerer Menge nach oben und unten, reichlicher seitlich gegen die Peripherie der grauen Substanz verlaufen und bisweilen bis in die weisse Masse hinein sich zu erstrecken scheinen. Von den gerade nach oben oder auch nach unten ziehenden Fäden ist der direkte Uebergang in die Pia mater leicht nachzuweisen. Kaum zu bezweifeln ist aber auch der Zusammenhang der übrigen mit Bindegewebe, zunächst mit dem der weissen Masse und mit den Fortsätzen, welche durch diese von aussen her eindringen. Diese Fäden scheinen für das Rückenmark eine ähnliche Bedeutung zu haben, wie die „radiären Fasern“ der Retina.

Was nun die Fasern anbetrifft, welche ich als Nervenfasern

1) Kupffer a. a. O., S. 52.

betrachten muss, so findet man erstens an Querschnitten, welche durch Terpentinöl durchsichtig gemacht worden sind, dass longitudinal durch das Rückenmark verlaufende Nervenfasern in nicht unbeträchtlicher Menge in der grauen Substanz durch die bekannten Merkmale charakterisirt werden, welche die Fasern der weissen Substanz auf Querschnitten zeigen, d. h. man sieht den als rothen Punkt erscheinenden Axencylinder von einem lichten, der Markscheide entsprechenden Hof umgeben. Der Durchmesser dieser Fasern ist ein sehr verschiedener; die lichten Höfe können sehr schmal werden, so dass sie kaum noch erkannt werden können. Natürlich wird dabei der Nachweis unzweifelhafter Nervenfasern sehr erschwert, indem die Querschnitte der rothen Axencylinder von der granulirten Beschaffenheit der Grundmasse nicht immer mit Sicherheit zu unterscheiden sind. Longitudinale Fasern mit noch deutlicher Markscheide finden sich über die ganze Flächenausdehnung der grauen Masse zerstreut, bald einzeln, bald dichter gedrängt. Letzteres beobachtet man besonders an den Grenzen der grauen Masse und der unteren Commissur.

Zweitens zeigen nicht mit Terpentinöl behandelte Querschnitte an manchen Stellen, wie ich gegen Kupffer behaupten muss, ganz deutlich oft über weite Strecken zu verfolgende Fasern von gleichmässiger Breite und starkem Lichtbrechungsvermögen; da letzteres von Körnchen und Kügelchen ausgeht und die Fasern überhaupt keine Aehnlichkeit mit elastischen Fasern darbieten, muss man sie jedenfalls für markhaltige Nervenfasern ansehen. Das untere Drittel oder Viertel der grauen Substanz, welche vom Centralkanal bis zur Fissura longitudinalis inferior reicht, besteht nur oder doch zum bei Weitem grössten Theile aus solchen Fasern. An anderen Stellen sind sie mehr vereinzelt zu beobachten. — Ferner entdeckt man in der grauen Substanz zahlreiche glänzende Körner und Pünktchen, die nicht etwa zufällig dahin gelangt sein können, da sie constant gewisse Gegenden einnehmen, und die kaum für etwas Anderes, als für Tröpfchen der Marksubstanz angesehen werden können. Ich bin nicht abgeneigt anzunehmen, dass auch diese Erscheinung noch auf die Markhaltigkeit sehr feiner Fasern der grauen Masse zu beziehen sei.

Drittens endlich halte ich mich für berechtigt einen Theil der

Streifung, welche in der grauen Substanz wahrgenommen wird, auf Nervenfasern zu beziehen. Man sieht nämlich auf durch Terpentinöl geklärten Querschnitten breitere und schmalere, fein gestreifte Bänder, wenn ich so sagen darf, welche farblos, oder doch weniger als die umgebende Grundsubstanz, oder noch entschiedener als die Pia mater und deren Fortsätze von Carmin gefärbt erscheinen. Dieses vom Bindegewebe abweichende Verhalten der Färbung betrachte ich als einen nicht unwichtigen Grund, um die betreffenden Bänder als Nervenfaserbündel anzusehen; nimmt man an, dass hier Bänder vorhanden seien, welche aus sehr feinen, aber noch markhaltigen Fasern bestehen, so wird es, da das Mark durch Carmin gar nicht oder nur schwach gefärbt wird, leicht erklärlich, dass dicht nebeneinander liegende derartige Fasern helle bandartige Partien, die bloss eine feine Streifung erkennen lassen, darstellen müssen. Dann aber zeigen diese Bänder auch eine constante Richtung ihres Verlaufes und gehen unmittelbar in unzweifelhafte Nervenfaserbündel über oder stehen in einer constanten Beziehung zu den Nervenwurzeln. — In vielen Fällen, in denen ein Querschnitt die Erkennung der Natur der Fasern zweifelhaft lässt, liefert ein Längsschnitt, der diese Fasern rechtwinklig trifft, die unbestreitbare Entscheidung nach den bekannten Merkmalen. Wollte man aber das eben Angeführte nicht gelten lassen und auch davon absehen, dass nach Bidder und Kupffer marklose Nervenfasern in der grauen Substanz vorkommen sollen, welche, wenn ihre Axencylinder gleiche Stärke mit den feinsten der weissen Substanz besitzen, in der grauen nicht mehr als eine blasse Streifung bewirken könnten, so bliebe freilich kaum etwas Anderes übrig als mit Kupffer anzunehmen, dass die Streifung der grauen Substanz im Rückenmark des Frosches von einer Faltenbildung oder von elastischen Fasern herrühre. Ich habe aber bereits oben mitgetheilt, dass meine hierauf speciell gerichteten Beobachtungen mit diesen Annahmen im Widerspruch stehen. Demnach halte ich jede Streifung der grauen Substanz, mit Ausnahme der radiären, für den Ausdruck von Nervenfasern.

Gehe ich nun zur Anordnung und zum Verlaufe der Nervenfasern in der grauen Substanz über, so ist es zunächst die untere

Commissur (d), welche an mit Carmin behandelten Präparaten durch ihre helle Färbung stark abstechend, hauptsächlich in die Augen fällt. Blattmann ¹⁾ äussert sich über das Vorhandensein dieser Commissur folgendermassen: „Man sieht nämlich aus jedem der vorderen Stränge ein feines Faserbündel auftauchen, welches einwärts und nach hinten zieht, hinter der vorderen Längsfurche sich mit dem von der andern Seite herkommenden Bündel kreuzt und in der Nähe des entgegengesetzten hinteren Rückenmarkstranges verschwindet.“ Er hat also eine Kreuzung echter markhaltiger Nervenfasern gesehen. Ähnliches behaupten auch Kölliker ²⁾ und Stilling ³⁾. Kupffer dagegen lässt die untere Commissur bloss aus sich kreuzenden Bindegewebsfasern und durch sie hindurchtretenden nackten Axencylindern, welche nach der Abbildung nur in sehr geringer Zahl vorhanden wären, bestehen. Er bemerkt, wie die in die untere Längsfurche eintretende Lamelle der Pia mater sich in Fasern auflöse, welche nach rechts und links ausstrahlend, im Grunde der Furche unter sehr spitzen Winkeln sich kreuzen, so dass die gekreuzten Fasern alle als zum Bindegewebe gehörig anzusehen wären. Kupffer ⁴⁾ führt als ferneren Beleg für seine Behauptung an, dass diese Commissur in gleicher Weise auch im „Filum terminale“ unterhalb des Ursprungs des zehnten Rückenmarksnerven sich finde, „quae pars, quum tota non constet nisi e substantia cinerea, nullum fibrarum albidarum, per peripheriam dispositarum, vestigium offert“. Hiergegen muss ich bemerken, dass ich unterhalb des Ursprungs des zehnten Nervenpaares wol noch weisse Masse angetroffen habe, und dass auch tiefer unten noch einige feine Nervenfäden entspringen, wie Kupffer selbst gesehen hat. Bis auf eine gewisse Strecke vom zehnten Nervenpaare abwärts findet man dem entsprechend denn auch noch eine untere Commissur sich kreuzender Fasern, aber sie ist entschieden in der Abnahme begriffen; weiter hinten im Filum terminale, wenn dieses nur aus grauer Substanz besteht, fehlt die Commissur ganz und gar.

1) Blattmann, a. a. O. S. 21.

2) Kölliker, a. a. O. S. 3.

3) Stilling, a. a. O. S. 91.

4) Kupffer, a. a. O. S. 25.

Es findet sich aber die untere oder sogenannte weisse Commissur durch die ganze Länge des Rückenmarks von der Medulla oblongata an bis zum Ende des Conus medullaris oder bis zum Anfange des Filum terminale. Ihre Dicke ist entsprechend dem ganzen Umfange des Rückenmarks eine verschiedene, am bedeutendsten in der Cervicalanschwellung; nach hinten von derselben nimmt sie allmählig bis zur engsten Stelle des Rückenmarks ab, dann wieder zu bis zur Lumbalanschwellung, wo sie nur um Weniges geringer als in der vorderen Anschwellung ist; weiter nach hinten wird sie auffallend vermindert, so dass im Conus medullaris die Commissur bloss noch aus einzelnen, wenigen, sich durchkreuzenden Fasern besteht und im Filum terminale, etwa mit Ausnahme seines vordersten Endes, gar nicht mehr wahrgenommen wird. Scharf ausgeprägt ist die Begrenzung der Commissur bloss nach unten, wo sie mit ihrem mittleren Theile zwischen die Vorderstränge sich hineindrängt und am Grunde der unteren Längsfurche zu liegen kommt. Nach oben dagegen steht sie in unmittelbarem Zusammenhange mit der übrigen grauen Masse, welche zwischen ihr und dem Centralkanale eine nicht unbeträchtliche Schicht darstellt.

Die Fasern der unteren Commissur tauchen an Querschnitten aus den inneren Theilen der unteren Hörner auf und ziehen einzeln oder in Bündeln quer gegen die Mittellinie und über diese hinaus und dringen dann zum Theil in den Vorderstrang (e), enden hier scheinbar, d. h. gehen von der queren in die Längsrichtung über, zum Theil in das Vorderhorn der anderen Seite hinein. Geht man von der Mittellinie aus, so zeigen die Commissurenfasern gegen die unteren Hörner entweder eine fächerartige Ausbreitung und können dann, als isolirt verlaufend, meist nicht weiter verfolgt werden, oder aber, und das ist häufiger der Fall, sie dringen in der Gestalt von drei- bis vier Faserbündeln, denen man dann über grössere Strecken folgen kann, weiter. Ein oder zwei Bündel ziehen in fast querer Richtung von innen nach aussen gegen die Mitte der unteren Hörner hin (f. f.); bisweilen sind sie in ununterbrochenem Verlaufe noch weiter nach aussen gegen die Gegend hin zu verfolgen, in welcher die Gruppen von grossen Nervenzellen sich vorfinden. Ob sie mit den

unteren Spinalnervenzurzeln im Zusammenhange stehen, wie Kölliker¹⁾ und Stilling²⁾ behaupten, wage ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben; doch scheint mir ein solcher Zusammenhang wegen der Verlaufsrichtung der Fasern sehr wahrscheinlich; dagegen ist es nicht zweifelhaft, dass Fortsätze der grossen Nervenzellen, wie schon früher angeführt wurde, sich diesen Faserbündeln der Commissur beismischen. Die anderen Bündel (g) wenden sich in einem stärkeren oder schwächeren Bogen nach aussen und oben gegen die Basis des unteren Hornes. Von hier an kann man die farblosen Bündel in der Regel noch weiter verfolgen, dagegen werden sie nun durch schwach geröthete Bündel die in der eingeschlagenen Richtung weiter ziehen, oft bis an die Peripherie der oberen Hörner, fortgesetzt. — Longitudinale Fasern finden sich in der unteren Commissur zwischen den eben beschriebenen queren Fasern nur in geringer Menge.

Gehe ich nun zu den Fasern über, welche aus den unteren Nervenzurzeln stammen, so habe ich zunächst zu bemerken, dass sie in stärkeren und schwächeren Bündeln geraden Weges durch die weisse Masse zu den unteren Hörnern gelangen, hier sich sogleich pinselförmig auflösen und als isolirte Fasern nicht weiter zu verfolgen sind. Unter günstigen Umständen jedoch kann man eine dreifache Richtung ihres Verlaufes wahrnehmen. Ein Faserzug geht häufig in ganz compacten Bündeln gegen die untere Commissur, ein zweiter nach oben, und ein dritter zieht entweder längs des äusseren Randes der unteren Hörner dahin oder zwischen die grossen Nervenzellen hindurch, diese in kleinere Gruppen theilend. Ueber das weitere Schicksal dieser Fasern oder Faserbündel bin ich ausser Stande sichere Angaben zu machen. Wie oben bemerkt, findet sich ein derartig bündelweiser Verlauf der Nervenzurzeln nur selten; lösen sich aber die Wurzelbündel pinselförmig auf, so trifft man in dem grössten Theile der unteren Hörner ein Flechtwerk von Fasern an, deren Ursprung und Verbindungen nicht zu entwirren sind. Hier will ich auch noch bemerken, dass sowol von dem Umfange des un-

1) Handbuch der Gewebelehre u. s. w. S. 286.

2) Stilling, a. a. O. S. 105.

teren Hornes, namentlich in seinem äusseren Rande, als auch von dem Umfange der grauen Substanz überhaupt zahlreiche Nervenfasern in die weisse Substanz bündelweise ausstrahlen.

Die oberen Nervenwurzeln verhalten sich schon an ihrem Uebergange in das Rückenmark anders als die unteren, indem ihre Fasern nicht in parallelem Verlaufe die weisse Masse durchsetzen; es bietet daher ein Querschnitt aus der Eintrittsstelle einer oberen Wurzel kein gleichmässiges Ansehen dar, man sieht vielmehr neben Bündeln der Länge nach verlaufender Fasern andere, welche in verschiedenen schrägen Richtungen durchschnitten sind und zwischen diesen grössere und kleinere Bündel rein quer durchschnittener Fasern. Durch dieses Verhalten wird es leicht erklärlich, dass es aus Querschnitten allein kaum möglich erscheint, einen vollständigen Aufschluss über das weitere Schicksal der eintretenden Fasern zu erlangen. Man erkennt eben nur, dass ein sehr geringer Theil der Wurzelfasern sich ununterbrochen von dem äusseren Umfange des Rückenmarks in das obere Horn hinein verfolgen lässt, um bald früher, bald später, oft schon an der Grenze der grauen Masse, aufzuhören, oder, wie sich nicht bezweifeln lässt, in die longitudinale Richtung umzubiegen. Zahlreichere Faserbündel tauchen erst in geringerer oder grösserer Entfernung von der oberen oder äusseren Peripherie der Oberhörner aus den weissen Hintersträngen auf und gelangen nach geschehener Erweiterung oder Ausbreitung an die graue Masse selbst und bilden hier, indem sie sich vielfach kreuzen oder in kleineren Bündeln auseinandertreten und sich wieder vereinigen, ein Maschenwerk, in dessen Lücken, ausser der Grundsubstanz, quer durchschnitene Nervenfasern sich vorfinden. Man muss annehmen, dass diese Bündel zunächst von longitudinalen Fasern der weissen Substanz herkommen, welche von höher oder tiefer in das Rückenmark eintretenden Wurzelbündeln ausgegangen sind. Nachdem nun die Fasern in das Oberhorn selbst eingetroten sind, strahlen sie hauptsächlich nach drei verschiedenen Richtungen aus. Ein Theil der Fasern zieht längs der inneren Grenze des oberen Hornes in einem Bogen nach innen, um entweder sich bald dem Blicke zu entziehen, oder um die obere Commissur, wenn eine solche vorhanden ist, als feines

Faserbündel zu bilden. Ein anderer Theil geht in einem ziemlich starken Bogen nach aussen bis an die weisse Substanz und dringt in diese als radienartige Ausstrahlung der grauen Masse hinein, um in die longitudinalen Fasern der weissen Substanz sich fortzusetzen. Eine dritte Reihe von Fasern geht weiter nach unten gegen das Unterhorn hin; und zwar verlaufen mehr nach innen gelegene Fasern in einem nach aussen convexen Bogen, mehr nach aussen gelegene fast gerade herab; erstere scheinen mit der unteren Commissur im Zusammenhang zu stehen. Direkt beobachten konnte ich bloss den Verlauf der Bündel von der oberen Peripherie der Oberhörner bis in die untere Commissur, nicht aber die Continuität einzelner Fasern. Die mehr nach aussen gelegenen Fasern erstrecken sich gegen die Mitte der unteren Hörner, oder gegen die grossen Nervenzellen im äusseren Winkel dieser Hörner. Nie aber ist es mir gelungen, mich von einem direkten Zusammenhange dieser Fasern mit den grossen Nervenzellen zu überzeugen. Unentschieden muss ich es auch lassen, ob Faserbündel, die aus dem äusseren unteren Winkel der unteren Hörner entspringen (l.), am äusseren Rande der grauen Substanz aufsteigen und weit hinauf in die oberen Hörner verfolgt werden können, zu den unmittelbar vorher erwähnten Fasern, oder in eine andere Kategorie gehören. — Alle diese Fasern sind aber nur selten in einem ununterbrochenen Verlaufe über sehr weite Strecken zu verfolgen, häufiger kommen sie bloss in Bruchstücken zu Gesichte, die an verschiedenen Stellen, selbst in der Mitte der Hörner auftauchen, um sehr bald wieder zu verschwinden; ohne Zweifel geschieht dieses dadurch, dass die Fasern in ihrem Verlaufe bald früher, bald später von der Schnittfläche abweichen.

Ueber die obere Commissur (m.), welche bereits oben erwähnt wurde, habe ich hier noch einige nähere Angaben nachzutragen. An der Stelle nämlich, an welcher die oberen Hörner sich am meisten nähern, kann man sehr häufig eine schmale Brücke von grauer Substanz wahrnehmen, welche die Hörner mit einander verbindet und die weissen Hinterstränge von der gallertartigen Substanz scheidet. Diese Brücke, welche immer nur aus wenig zahlreichen parallel verlaufenden Fasern besteht, ist die obere Commissur.

Kupffer ¹⁾ stellt das Vorkommen derselben mit folgenden Worten in Abrode: „Segmenti transversi linea media licet minore pelluciditate excellat, tamen commissurae i. e. fibrarum fasciculi ab uno latere ad alterum tendentis imago ne lineis irregularibus quidem simulatur, nedum fibris medulla impletis constituitur.“ Blattmann ²⁾ dagegen sagt: „Ich erwähne nur noch nebenbei, dass ich einige Male eine zweite Art von Querfasern zu erblicken glaubte, welche in spärlicher Zahl am hinteren Saume der grauen Substanz verliefen und sich beiderseits an die Seitenstränge anlehnten. Da mir dieses Verhältniss nicht constant vorkam, so wage ich noch nicht seine Richtigkeit zu behaupten.“ Blattmann hat demnach eine obere Commissur bald gesehen, bald vermisst, und dieses stimmt mit meinen Beobachtungen insofern überein, als es auch mir nicht immer gelungen ist, mich von dem Vorhandensein derselben zu überzeugen. Am häufigsten fand ich sie in der Lumbalanschwellung, nächst dem in der Cervicalanschwellung; doch habe ich sie auch nicht selten in sonst gelungenen Präparaten hier wie dort nicht wahrnehmen können. In den übrigen Gegenden des Rückenmarkstranges konnte ich sie nicht auffinden; sollte sie aber dennoch hier nicht fehlen, so könnte sie nur sehr unbedeutend sein. Aber auch an Stellen, an welchen die Commissur deutlich wahrgenommen werden kann, sind die Fasern nur in geringer Zahl vorhanden. Einen Theil derselben kann man, wie ich übereinstimmend mit Stilling ³⁾ gefunden habe, bis in die oberen Nervenwurzeln verfolgen. Ein anderes feines Faserbündel oder auch nur einzelne Fasern der Commissur gehen in mehr querer Richtung nach aussen gegen die Mitte der Hörner hin, um sich hier bald dem Blicke zu entziehen, oder sich, wie es mitunter schien, den abwärts verlaufenden Faserbündeln aus der oberen Wurzel anzuschliessen. Nach Kölliker ⁴⁾ und Stilling ⁵⁾ soll dieses Faserbündel weiter nach aussen zum Seitenstrang verlaufen. Ich habe aber

-
- 1) Kupffer a. a. O. S. 53.
 - 2) Blattmann a. a. O. S. 28.
 - 3) Stilling a. a. O. S. 130.
 - 4) Kölliker a. a. O. S. 289.
 - 5) Stilling a. a. O. S. 132.

die Fasern nie soweit nach aussen verfolgen können. — Dass auch Fortsätze der in den oberen Hörnern vorhandenen Nervenzellen durch diese Commissur hindurch nach der anderen Rückenmarkshälfte ziehen, habe ich bereits erwähnt; ob sie aber daselbst mit anderen Zellen in Verbindung treten, muss für's Erste dahin gestellt bleiben.

B. Die weisse Masse.

Wie die weisse Masse des Rückenmarks in zwei symmetrische Hälften getheilt wird, ist bereits aus der früher gegebenen Beschreibung ersichtlich. Eine Eintheilung jeder Seitenhälfte aber in ganz gesonderte Stränge lässt sich nicht durchführen. Es liesse sich höchstens eine solche Scheidung an dem oberen Umfange statuiren, an welchem, selbst wenn eintretende Bündel der oberen Nervenwurzeln fehlen, stärkere Fortsätze der Pia mater oder überhaupt stärkere Bindegewebsstränge in der Gegend der hinteren Spinalnervenwurzeln eine Trennung der Hinterstränge und Seitenstränge bewirken. Entsprechend den Eintrittsstellen der vorderen Wurzeln fehlen solche Bindegewebsstränge, daher denn auch die Seitenstränge von den Vordersträngen nicht vollständig geschieden sind. Im Allgemeinen ist die weisse Masse oberhalb der grauen viel geringer als unterhalb derselben.

Die weisse Masse erscheint bei oberflächlicher Betrachtung an durch Carmin gefärbten und durch Terpentinöl geklärten Präparaten weniger gefärbt als die graue, dagegen gröber punctirt. Bei näherer Betrachtung zeigen Querschnitte als ihre Hauptbestandtheile Ringe, welche entweder vollkommen farblos und durchsichtig oder gelblich grün gefärbt erscheinen, nach aussen von einer dunklen Contour umgeben sind und in der Mitte einen intensiv roth gefärbten, runden Fleck enthalten. Diese Gebilde sind bekanntlich nichts anderes als Querdurchschnitte longitudinal verlaufender, markhaltiger Nervenfasern. Sie haben sehr verschiedene Durchmesser, liegen meist dicht gedrängt neben einander oder bilden grössere oder kleinere Bündel, welche durch transversal verlaufende, bald stärkere, bald schwächere Stränge von einander geschieden werden. Sie sind meist derartig angeordnet, dass die stärkeren näher der Peripherie, die feineren

mehr nach innen zu sich befinden; doch trifft man auch häufig genug nach aussen zwischen den gröberen feinere Nervenfasern und umgekehrt nach innen zwischen den feineren gröbere.

Die transversal verlaufenden, oben angeführten **Stränge** nehmen ihren Ursprung zum Theil aus der grauen Substanz und lassen sich in die weisse hinein bald auf geringeren, bald auf weiteren Strecken verfolgen, bisweilen bis an die äussere Peripherie derselben, oder aber sie laufen in umgekehrter Richtung von dem letztgenannten Orte, an welchem sie mit der Pia mater deutlich zusammenhängen, aus. Indem diese Stränge sich vielfach theilen und nach verschiedenen Richtungen durchkreuzen, bilden sie ein Maschenwerk, in dessen Lücken die longitudinalen Nervenfasern eingebettet sind. Ueber ihre Natur sind die Autoren verschiedener Ansicht, indem einige sie bloss für Bindegewebe, andere für Blutgefässe halten, wieder andere in ihnen auch Ausstrahlungen der Nervenfasern der grauen Masse annehmen. Ich halte nach meinen Untersuchungen die von aussen kommenden Stränge bloss für bindegewebige Fortsätze der Pia mater mit oder ohne Blutgefässe, die von innen kommenden dagegen zum grössten Theil für Nervenfaserbündel, denen hin und wieder auch ein Blutgefäss oder etwas Bindegewebe beigefügt ist; bisweilen gehen bloss Blutgefässe von der grauen Substanz in die weisse hinein. Für das wirkliche Vorhandensein von Nervenfasern in gewissen Strängen sprechen die lichtere Färbung der Ausstrahlungen, das auch sonst übereinstimmende Aussehen mit Nervenfaserbündeln, der Zusammenhang mit Wurzelbündeln und hauptsächlich die leicht zu bestätigende Beobachtung, dass Fortsätze der grösseren Nervenzellen, ohne zur vorderen Wurzel zu gehören, weit in die weisse Masse hineindringen. Die Bindegewebsfortsätze der Pia mater und die Blutgefässe werden durch Carmin sehr intensiv roth gefärbt. — Von zelligen Elementen habe ich Nervenzellen nur selten auffinden können und zwar immer nur in der Nähe der grauen Masse, so dass sie noch zur Hälfte von dieser umgeben wurden. Dann aber finden sich allenthalben in der weissen Masse zerstreut Bindegewebskörper von derselben oder doch sehr ähnlicher Beschaffenheit, als sie auch in der grauen Masse angetroffen werden; sie kommen auch und

zwar in noch grösserer Menge an den Fasern der Spinalnervenzurzeln vor. Hiedurch wird es auch möglich die Bindegewebskörper der grauen Substanz von den kleineren Nervenzellen derselben auf das Bestimmteste zu unterscheiden.

C. Die Blutgefässe.

Ueber die Blutgefässe im Rückenmark des Frosches will ich nur folgende kurze Bemerkungen machen. Sie sind in der grauen Masse entschieden reichlicher vorhanden als in der weissen. Auf Querschnitten sieht man sehr häufig, fast immer, ein Blutgefäss die ganze Ausdehnung der durch die Fissura longitudinalis inferior eindringenden Lamelle der Pia mater durchziehen und am Grunde dieser Spalte in zwei Zweige zerfallen, welche divergirend und in schräger Richtung, also den Centralkanal zwischen sich nehmend, in die graue Substanz hinaufsteigen. Bisweilen steigt die Arterie auch ohne Verzweigung auf einer Seite hinauf. Ausserdem treten ringsum von der Pia mater Blutgefässe in das Rückenmark, besonders an Stellen, an denen die Pia mater selbst stärkere Fortsätze absendet, sowie da, wo Nervenfaserbündel, namentlich der hinteren Wurzel, in das Rückenmark treten.

Im weiteren Verlaufe halten die Blutgefässe, wie Goll ¹⁾ zuerst darauf aufmerksam gemacht hat, hauptsächlich die Richtung der Nervenbündel ein, sowol in der grauen Masse selbst, als auch in den Ausstrahlungen derselben. Bisweilen sah ich die beiden aus der Fissura longitudinalis inferior kommenden Zweige, welche nach rechts und links in jede Seitenhälfte der grauen Substanz hineindrangen, sich in der Art theilen, dass jedes aus der unteren Commissur nach verschiedenen Richtungen ausstrahlende Faserbündel sein begleitendes Gefäss erhielt. Die Blutgefässe der grauen Substanz haben meist einen verhältnissmässig bedeutenden Durchmesser; ihre Wandungen werden durch Carmin stark geröthet, sind aber ausserdem noch

1) Goll, Beiträge zur feineren Anatomie des menschlichen Rückenmarks. Zürich. 1860. S. 24.

durch schmale, enganliegende Bindegewebskörperchen und sehr häufig durch grosse Flecken oder Zellen schwarzen Pigments ausgezeichnet. In den Blutgefässen lassen sich oft noch die Blutkörperchen erkennen. Im Allgemeinen dürfte bei der Untersuchung des Rückenmarks vom Frosche sich nur schwer der Fall einstellen, dass Blutgefässe und Nervenfasern mit einander verwechselt werden.

den Rückenmark des Frosches, die in der That, wenn sie nicht durch die geringe Dicke des Rückenmarks, sondern durch die geringe Länge der Segmente bedingt ist, so ist die Untersuchung der Längsschnitte, welche Goll zu einer vollständigen Uebersicht für nothwendig hält, werden mit unseren jetzigen, mechanischen Hilfsmitteln kaum durchzuführen sein.

II. Untersuchungen an Längsschnitten.

Die Untersuchungen an Längsschnitten bieten im Verhältniss zu denen an Querschnitten beim Rückenmark des Frosches bei Weitem nicht die Vortheile, als bei grösseren Wirbelthieren und beim Menschen. Während man nämlich Querdurchschnitte durch die ganze Dicke vom Rückenmark des Frosches mit Leichtigkeit anfertigen und durch Vergleichung auf einander folgender Segmente zu einer zusammenhängenden Reihe von Beobachtungen, die sich gegenseitig ergänzen, gelangen kann, verhält es sich mit Längsschnitten nicht so einfach. Bei ihnen kommt es begreiflicher Weise in den meisten Fällen darauf an, dass genau eine gewisse Ebene eingebalten werde, welche auch nur über ganz bestimmte Verhältnisse Aufschluss geben kann und für andere wieder eine andere sein muss. Wenn nun aber bei der unbequemen Handhabung des dünnen Rückenmarks vom Frosch die Anfertigung von brauchbaren Längsschnitten in nahezu senkrechter und wagerechter Richtung schon an und für sich nicht leicht ist, so wird man, wenn es sich um eine bestimmte schiefe Ebene handelt, noch viel schwieriger zum Ziele gelangen können, und die zehn Modificationen von Schnitten, welche Goll zu einer vollständigen Uebersicht für nothwendig hält, werden mit unseren jetzigen, mechanischen Hilfsmitteln kaum durchzuführen sein.

Zu den von mir angestellten Untersuchungen habe ich hauptsächlich Längsschnitte in der Richtung von rechts nach links und von oben nach unten angefertigt. Ausserdem habe ich mich auch

noch bemüht Schrägschnitte in der Richtung der eintretenden Wurzelfasern, namentlich der oberen, anzufertigen, bin jedoch hierbei selten zum erwünschten Ziele gelangt. Es hängen nämlich die Nervenwurzeln der Pia mater fester an als dem Rückenmarke selbst; man kann daher die Pia mater nicht ablösen, ohne auch die Wurzeln mitzunehmen; ist erstere aber noch vorhanden, so kann man wieder nicht mit völliger Sicherheit den Schnitt gerade auf die Eintrittsstelle der Wurzeln richten. Aber auch wenn die Pia mater noch erhalten ist, gehen während des Schneidens die Wurzeln überaus häufig verloren.

Der Centralkanal kommt wegen der zarten und leicht zerreibbaren Beschaffenheit seiner nächsten Umgebung oder wenigstens eines Theiles derselben auf Längsschnitten nur selten mit scharf begrenztem Lumen zur Ansicht; dann erscheint er in weiten Strecken von unveränderter Breite und wird umschlossen von einer Reihe querliegender Zellen oder von seinem Cylinderepithel.

In der weiter nach aussen gelegenen Umgebung des Centralkanals verdienen zunächst die grossen Nervenzellen einige Erörterungen. Sie bilden in Längsschnitten, wie es nach der Beschaffenheit der Querschnitte vorauszusetzen ist, meist continuirliche Längsreihen oder Columnen, wie man zu sagen pflegt, welche an wagerechten Schnitten nach aussen, an senkrechten nach unten am dichtesten gedrängt sind; aber ausserdem treten die Zellen auch in gesonderten Gruppen oder einzeln auf, indem sie mehr oder weniger nach oben oder nach innen die Grenzen der Columnen überschreiten. An senkrechten Schnitten zeigen sie hauptsächlich eine spindel- oder keilförmige Gestalt und liegen am häufigsten so, dass das eine Ende nach oben, das andere nach unten gerichtet ist; an wagerechten Schnitten bieten sich nicht selten entsprechende Verhältnisse dar, d. h. die Zellen sind auch hier quer gelagert, aber sie überwiegen nicht so entschieden. Die Fortsätze der Zellen zeigen an wagerechten und senkrechten Schnitten unverkennbare Verschiedenheiten ihrer Richtung und ihres Verlaufes. An wagerechten Schnitten sieht man längere Fortsätze zunächst nach innen gehen, nach aussen besonders dann, wenn die Zellen weiter entfernt von der weissen Substanz sich

befinden. Gerade nach vorn, gegen das Gehirn, verlaufende Fortsätze finde ich eben so häufig als nach hinten gerichtete. Zwischen dieser longitudinalen und queren Richtung finde ich alle möglichen Uebergänge, ohne angeben zu können, welche Richtung überwiege. Gerade oder schief nach vorn oder nach hinten gerichtete Fortsätze lassen sich häufig in die weisse Substanz, d. h. in die Seitenstränge hinein, verfolgen. An senkrechten Schnitten variiren die Fortsätze eben so sehr in der Richtung; nur ist die nach oben ganz unzweifelhaft vorherrschend. Auch an Längsschnitten sind mir Zellen mit fünf Fortsätzen einige Male vorgekommen, und bisweilen glaubte ich an der Verbindung zweier Nervenzellen durch einen Fortsatz nicht zweifeln zu können.

Die kleinen Nervenzellen sah ich in reichlichster Anzahl in senkrechten Schnitten aus dem äusseren Rande der grauen Substanz; sie boten meist eine spindelförmige Form dar, und sandten ihre oft sehr langen Fortsätze nach oben und nach unten.

Ueber den Verlauf der Nervenfasern habe ich an Längsschnitten Folgendes ermittelt. In Bezug auf die untere Commissur gewinnt man aus Längsschnitten sehr bald die Ueberzeugung, dass die Fasern bei ihrem Uebergange aus einer Rückenmarkshälfte in die andere eine Neigung nach unten darbieten; sie erscheinen dabei von sehr verschiedener Länge: während wagerechte Schnitte, welche aus der Mitte der Dicke der Commissur erhalten sind, quer verlaufende Fasern weithinein in die Unterhörner überblicken lassen, werden diese in Schnitten aus zunächst höher oder tiefer gelegenen Theilen der Commissur immer kürzer und an ihren Enden treten querdurchschnittene Nervenfasern mit den bekannten Charakteren auf. Auch wenn die Schnitte über die Grenze der Commissur hinaus, aus der unter ihr liegenden weissen Substanz genommen sind, zeigen sich noch immer zahlreiche querdurchschnittene Nervenfasern, hauptsächlich zu beiden Seiten der Fissura longitudinalis inferior; je weiter man nach unten vordringt, desto seltner werden sie. Es gehen demnach Fasern der unteren Commissur rechtwinklig in die weissen Unterstränge hinein; dass sie nicht dennoch später in ein unteres Horn hineintreten, dagegen kann ich keinen entschiedenen Beweis anführen,

doch habe ich an senkrechten Schnitten durch diese Gegend wenigstens andeutungsweise Umbiegungen in die longitudinale Richtung wiederholt zu Gesichte bekommen. Solche Schnitte liefern denn auch, wenn überhaupt noch ein Zweifel darüber zulässig erscheinen sollte, den sicheren Beweis, dass die Fasern der vorderen Commissur wirklich Nervenfasern sind, indem ihre Durchschnitte mit denselben Charakteren, welche die longitudinalen Fasern der weissen Substanz in Querschnitten darbieten, erscheinen, und zwar sind sie nicht bloss vereinzelt vorhanden, sondern nehmen fast allein die ganze Breite der Commissur ein. Dass aber auch wagerechte Schnitte, die über der Mitte der Commissur hergenommen sind, nach aussen von den der Länge nach (also in Bezug auf das ganze Rückenmark quer) verlaufenden Fasern auch querdurchschnittene in den unteren Hörnern selbst ganz constant und in Gruppen geordnet zeigen, ist daraus zu erklären, dass ein Theil der in die unteren Hörner hineinstrahlenden Bündel der unteren Commissur sich nach oben wendet. Wagerechte Schnitte durch die betreffenden Gegenden des unteren Hornes zeigen ferner querdurchschnittene markhaltige Fasern oder Bündel von solchen zwischen den Nervenzellen. An Schnitten aus höheren Gegenden treten die Nervenfasern im Querschnitt mit Deutlichkeit hervor gegen den äusseren Rand der grauen Substanz und ungefähr in der Mitte zwischen diesem und dem Centralkanal; entsprechende Faserzüge habe ich oben bei der Betrachtung der Querschnitte erwähnt. — Wagerechte Schnitte aus den oberen Hörnern zeigen überaus zahlreiche Gruppen querdurchschnittener Nervenfasern. Sie werden vielfach durch Faserzüge durchsetzt, welche scheinbar ganz unregelmässig verlaufen und höchst wahrscheinlich, zum Theil wenigstens, auf die obere Commissur bezogen werden müssen. Senkrechte Schnitte nehmen sich im Ganzen sehr ähnlich aus. Ueber die Fasern in der oberen Commissur bin ich durch senkrechte Schnitte nicht zu einem befriedigenden Resultat gelangt, da es mir nicht gelingen wollte aus dieser Gegend Schnitte von der gewünschten Feinheit zu erlangen. Eine Erklärung hierfür ergibt sich aus der lockeren Beschaffenheit des unter dieser Commissur gelegenen Gewebes.

Wenn man die weisse Substanz in geringer Entfernung von der grauen in senkrechter Richtung der Länge des Rückenmarks nach durchschneidet, trifft man an manchen Gegenden auf zahlreiche querdurchschnittene Nervenfasern, die unzweifelhaft denen entsprechen, welche mit den radiären Ausstrahlungen der grauen Substanz in die weisse aus dieser in jene hineingelangen.

III. Ergebnisse meiner Untersuchungen.

1) Ueber und unter dem Centralkanal besitzt die graue Masse eine auffallend andere Beschaffenheit als an andern Gegenden. Eine derartig scharf ausgeprägte Verschiedenheit findet sich weder im Rückenmark des Menschen, noch in dem anderer Wirbelthiere. Ich halte diesen Theil der grauen Masse für eine Form von gallertartigem Bindegewebe.

2) In Uebrigen besteht die graue Masse aus einer fein granulirten Grundsubstanz, in welcher zellige und faserige Elemente eingebettet sind; ihr streifiges Ansehen rührt von radiären Fäden, die vom Epithel ausgehen und wahrscheinlich zum Bindegewebe gehören, und von Nervenfasern her.

3) Unter den zelligen Elementen lassen sich grosse und kleinere Nervenzellen, von denen erstere in den unteren, letztere in den oberen Hörnern vorherrschen, diese wie jene aber hier wie dort nicht allein angetroffen werden, und Bindegewebskörper, welche allenthalben zerstreut, in reichlicher Menge aber nach aussen von dem gallertartigen Bindegewebe über dem Centralkanal angetroffen werden, unterscheiden.

4) Die grossen Nervenzellen lassen bis fünf Fortsätze erkennen.

5) Markhaltige Nervenfasern finden sich in der grauen Masse des Froschenrückenmarks in überaus grosser Anzahl.

6) Die untere Commissur besteht aus markhaltigen Nervenfasern, welche zum Theil auf der andern Seite des Rückenmarks in die longitudinalen Fasern der Vorderstränge sich fortsetzen.

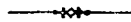
7) Die obere Commissur ist sehr schwach und fehlt hin und wieder ganz; in sie gehen bestimmt Fortsätze von Nervenzellen hinein.

8) Das Systema nervosum radiale Lenhossek besteht sowohl aus Bindegewebe und Blutgefäßen, als auch aus Nervenfasern, welche früher oder später einen longitudinalen Verlauf einschlagen.

9) Von den oberen Wurzelfasern gehen Fortsetzungen in die untere Commissur hinein.

T h e s e s.

1. Aqua fontana remedium optimum sudoriferum.
2. Circumcisio immunitatem quandam syphilidis praebet.
3. Remedia, etiamsi curatio non statim succedat, non sunt mutanda.
4. A psychica medici auctoritate non minus quam a medicamentis rite adhibitis successus curae pendet.
5. Femina parturiens non est imputabilis.
6. Abortus arte provocatus semper rejiciendus est.

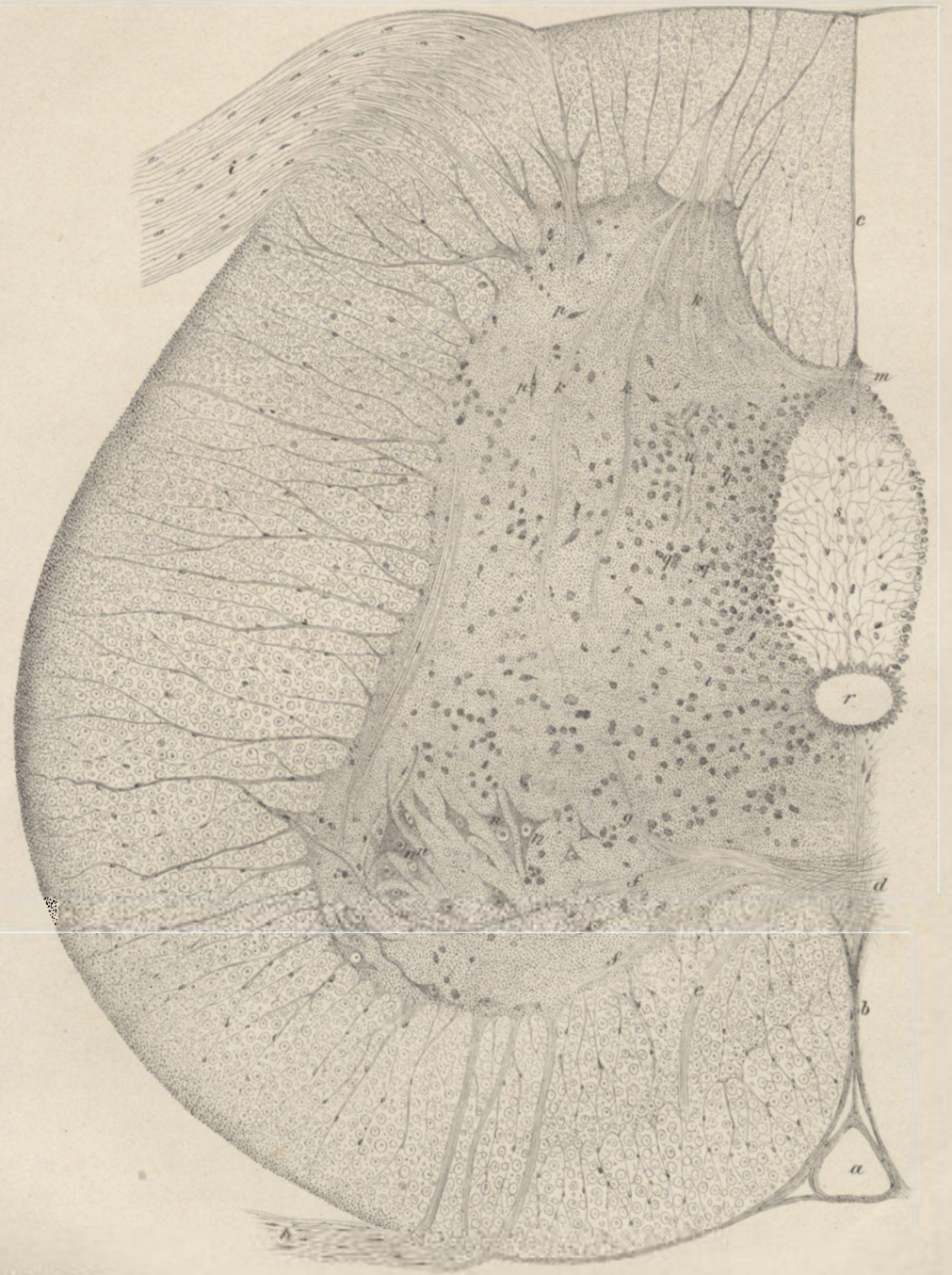


Erklärung der Abbildung.

Querschnitt aus der Cervicalanschwellung des Rückenmarks von
Rana temporaria L.

- a. Lumen der querdurchschnittenen art. myelica.
 - b. Untere Lamelle der Pia mater.
 - c. Obere Lamelle derselben.
 - d. Untere Commissur.
 - e. Ausstrahlung derselben in den weissen Vorderstrang;
 - f. f. gleichfalls in das untere Horn und
 - g. gegen das obere Horn hin.
 - h. Untere Wurzel.
 - i. Obere Wurzel.
 - k. k. Verlauf von Wurzelfasern im oberen Horn.
 - l. Faserbündel aus dem oberen Horn in das untere hinein.
 - m. Obere Commissur.
 - n. Grosse Nervenzelle.
 - p. Kleinere Nervenzelle.
 - q. Bindegewebskörper.
 - r. Centralkanal, von kegelförmigen Epithelialzellen umgeben.
 - s. Die gallertartige Masse über demselben.
 - t. t. Radiär verlaufende Fasern.
 - u. Blutgefäss.
-

10.00	F	1
11.00	F	2
12.00	F	3
13.00	F	4
14.00	F	5
15.00	F	6
16.00	F	7
17.00	F	8
18.00	F	9
19.00	F	10
20.00	F	11
21.00	F	12
22.00	F	13
23.00	F	14
24.00	F	15
25.00	F	16
26.00	F	17
27.00	F	18
28.00	F	19
29.00	F	20
30.00	F	21
31.00	F	22
32.00	F	23
33.00	F	24
34.00	F	25
35.00	F	26
36.00	F	27
37.00	F	28
38.00	F	29
39.00	F	30
40.00	F	31
41.00	F	32
42.00	F	33
43.00	F	34
44.00	F	35
45.00	F	36
46.00	F	37
47.00	F	38
48.00	F	39
49.00	F	40
50.00	F	41
51.00	F	42
52.00	F	43
53.00	F	44
54.00	F	45
55.00	F	46
56.00	F	47
57.00	F	48
58.00	F	49
59.00	F	50
60.00	F	51
61.00	F	52
62.00	F	53
63.00	F	54
64.00	F	55
65.00	F	56
66.00	F	57
67.00	F	58
68.00	F	59
69.00	F	60
70.00	F	61
71.00	F	62
72.00	F	63
73.00	F	64
74.00	F	65
75.00	F	66
76.00	F	67
77.00	F	68
78.00	F	69
79.00	F	70
80.00	F	71
81.00	F	72
82.00	F	73
83.00	F	74
84.00	F	75
85.00	F	76
86.00	F	77
87.00	F	78
88.00	F	79
89.00	F	80
90.00	F	81
91.00	F	82
92.00	F	83
93.00	F	84
94.00	F	85
95.00	F	86
96.00	F	87
97.00	F	88
98.00	F	89
99.00	F	90
100.00	F	91



Pl. Anas. 1. 1.

Salmo gairdneri - C. A. S. in Bonn.