

Hinterwurzeln und Hinterstränge.

Von

Dr. Mich. v. Lenhossék.

Die Hinterwurzeln und Hinterstränge des Rückenmarkes beanspruchen in mehrfacher Hinsicht ein grosses Interesse. Bilden doch erstere laut der grundlegenden Entdeckung des englischen Physiologen Charles Bell eine Strecke jener Bahn, die die sensiblen Erregungen auf ihrem Wege von der Peripherie zu dem Centrum benützen, ein Satz, der angesichts zahlreicher Erfahrungen mit einiger Wahrscheinlichkeit auch auf letztere ausgedehnt werden kann und muss sich doch daher an eine genaue Erforschung ihres Verlaufs bezw. ihrer Zusammensetzung von vornherein ein grosses physiologisches Interesse knüpfen. Indess auch von pathologischer Seite her verdienen diese Theile, zumal die Hinterstränge, eine erhöhte Beachtung. Eine der häufigsten und heimtückischsten Erkrankungen des Markes: die Tabes dorsualis oder Rückenmarksdarre, ein Leiden, dem jährlich viele unserer Mitmenschen erliegen und dem die heutige Medizin noch hilflos als einer unheilbaren Krankheit gegenübersteht, hat in letzteren ihren constanten Sitz. Ein jeder Fortschritt in der Anatomie dieser Stränge muss die Hoffnung eines besseren Verständnisses der mit dieser Krankheit einhergehenden

pathologischen Veränderungen und hierdurch auch des Wesens der Erkrankung selbst erwecken. So sehen wir, dass sowohl von theoretischem wie von medizinisch-praktischem Gesichtspunkte die Frage nach dem Aufbau der in Rede stehenden Bestandtheile des Rückenmarkes ein lebhaftes Interesse wachrufen muss.

Wen sollte daher die emsige Thätigkeit Wunder nehmen, die in der letzten Zeit auf diesem Gebiet entfaltet worden ist. Von allen Seiten her, mit allen Hilfsmitteln der Forschung: mit den Methoden der morphologischen Disciplinen wie mittelst physiologischer Experimente und pathologischer Beobachtungen trachtete man dem schwierigen Gegenstand beizukommen. Sowohl Anatomen wie Vertreter der praktischen Richtung theiligten sich an der Forschung und wenn wir heute mit einem gewissen Stolze auf die Summe der ermittelten Thatsachen blicken dürfen, so müssen wir anerkennen, dass in der Feststellung derselben beiden Theilen ein gleiches Verdienst zukommt.

Ich bin dem Gegenstände in den letzten Jahren selbst näher getreten (S. Lit. 27, 28), wobei ich hauptsächlich den von Paul Flechsig in der Untersuchung nervöser Centralorgane eingeschlagenen Weg benützte: die verschiedenen Foetalperioden, in welchen die einzelnen Nervenfaserbündel markhaltig werden, zu deren Verfolgung zu benützen. Wenn indess Flechsig und seine Schüler zur Lösung der der Beantwortung harrenden Probleme sich ausschliesslich an das Centralorgan menschlicher Foeten wandten, so glaubte ich angesichts der grossen Resultate, die auf allen Gebieten der Morphologie der vergleichenden Methode entspriessen, meine Untersuchungen weiter ausdehnen und auch Vertreter anderer Wirbelthiergruppen, zunächst anderer Säugthierfamilien in den Kreis derselben ziehen zu sollen.

In der Ueberzeugung, dass die Combination dieser beiden Richtungen: der vergleichend-anatomischen und der entwicklungsgeschichtlichen auf dem Gebiete der Anatomie der nervösen Centralorgane das Meiste verspricht, gedenke ich die von mir nun angetretene Bahn weiter zu verfolgen.

Ich habe diesmal nicht die Absicht, mich ausführlich über meine Untersuchungen auszuweisen, sondern möchte mit Benützung eigener und fremder Erfahrungen ein zusammenfassendes Bild vorlegen, wie man sich an der Hand des bisher Bekannten den Verlauf und die Endigung der sensiblen Wurzeln und den Aufbau der Hinterstränge: jener Bündel, in denen man wohl die weitere Fortsetzung ersterer erblicken darf, vorstellen könnte.

Eine Schilderung der Hinterwurzeln muss naturgemäss von den Spinalganglien ausgehen. Ist doch von His unlängst der gewichtige Nachweis erbracht worden, dass die sensiblen Wurzelfasern sich als centrale Ausläufer der Nervenzellen dieser Ganglien anlegen und mit dem Rückenmark erst nachträglich durch Hineinwachsen in dasselbe verbinden; der Complex dieser in das Mark eindringenden Fortsätze stellt die hintere Wurzel dar. Sie haben also ihr anatomisches und setzen wir hinzu — wie dies die Waller'schen Versuche schon vor Jahrzehnten ergaben — auch ihr trophisches Centrum nicht im Centralorgane selbst, sondern in den kleinen neben demselben liegenden Nervenknoten. Freilich darf man damit nicht etwa die Vorstellung verbinden, dass sie von vornherein etwas dem Rückenmarke fremdes darstellen, indem sich die Spinalganglien auch nur aus dem Rückenmarke abspalten, dessen Bestand-

theile sie in einem frühen Stadium der Entwicklung bilden. — Die Nervenzellen der Spinalganglien sind zwar von den Amphibien herauf bei sämtlichen Wirbelthieren ausschliesslich oder doch überwiegend unipolar, doch liegt hier im Sinne der Einschaltung derselben in den nervösen Apparat bloss eine scheinbare Unipolarität vor, indem ihr Fortsatz nach Ranvier's interessanter Entdeckung in gewisser Entfernung von der Zelle sich ausnahmslos in zwei Aeste spaltet, von welchen der eine zur Peripherie, der andere centralwärts zieht, so dass wir in dem Zellenfortsatz bloss die zu einer einheitlichen Nervenfasern zusammengeschmolzenen Anfangsstücke der beiden Ausläufer erblicken dürfen. Ueber allen Zweifel erhoben wird diese Auffassung durch die von His ermittelte, neuerdings auch von Ramón y Cayal (36, p. 91) bestätigte merkwürdige Thatsache, dass die fraglichen Zellen bei Embryonen mit zwei getrennten Fortsätzen versehen sind: erst im Laufe der Entwicklung nähern und vereinigen sich dieselben zu dem unpaaren Zellenstiel. Die diesen Vorgang herbeiführenden Ursachen sind noch nicht festgestellt, doch möchte ich hiefür allerdings ohne einstweilen über directe Beobachtungen zu verfügen gewisse Rücksichten topographischer Natur, die Gruppierung der Zellhaufen im Verhältniss zu den die Ganglien durchsetzenden und zu letzteren in Beziehung tretenden sensiblen Fasern als maassgebend annehmen. Nur nebenbei möchte ich bei diesem Anlasse auf den, soviel ich sehe, noch von keiner Seite her betonten Umstand hinweisen, dass hier wieder einer jener Fälle vorliegt, wo vergängliche embryonale Einrichtungen bei höheren Wirbelthieren und dem Menschen an jene Verhältnisse anklingen, wie sie uns bei niederen, im vorliegenden Falle bei den Fischen, als zeitlebens bestehend entgegnetreten. Bei letzteren

setzen sich nämlich die Spinalganglien vorwiegend aus bipolaren Zellen zusammen, ein Unterschied gegenüber den übrigen Wirbelthieren, der angesichts neuerer Ermittlungen wie wir sehen zu einem sehr nebensächlichen herabgesetzt wird.

Wenn auch die dargelegte Art des Ursprunges für die überwiegende Mehrzahl der sensiblen Wurzelfasern gilt, so hat man doch Grund für eine beschränkte Zahl dieser Elemente eine Ausnahme zuzulassen. Neuere pathologische Erfahrungen — namentlich diejenigen Joseph's — ergeben nämlich, dass nach experimenteller Abtrennung der Spinalganglien eine im Verhältniss zu den übrigen allerdings sehr unbedeutende Gruppe sensibler Wurzelfasern von der sich bei sämtlichen übrigen einstellenden Degeneration verschont bleibt, für welche daher eine Verbindung mit den Ganglien mit grosser Wahrscheinlichkeit auszuschliessen ist. Hiermit treten nun die bei niederen Wirbelthieren, wie Myxine (Freud) leicht constatirbaren, für die höheren Vertebrata von Kölliker und Schwalbe seit langer Zeit verfochtenen, in letzter Zeit indess etwas in Schwanken gerathenen „durchtretenden Nervenfasern“, d. h. Fasern, die das Ganglion durchsetzen, ohne mit dessen Zellen sich zu verbinden, wieder in ihre vollen Rechte. Wenn es aber auf den ersten Blick scheinen möchte, als ob deren Vorhandensein die durchgreifende gesetzmässige Geltung des His'schen Satzes von der centripetalen Entwicklung sämtlicher sensibler Fasern etwas fraglich machen würde, so muss ich gleich betonen, dass für dieselben bereits eine zufriedenstellende Erklärung innerhalb des Rahmens dieser Lehre gefunden ist, auf die ich weiter unten zurückzukommen habe.

Verfolgen wir nun die Fortsetzung der Hinterwurzeln in's Rückenmark hinein, so sehen wir zunächst, dass sie bald nach ihrem Eintritt in dasselbe kelchartig nach allen Richtungen auseinander weichen. Je nach den Hauptrichtungen, die ihre divergirenden Bündel in der Querebene des Rückenmarkes einschlagen, zerlegt man sie bekanntlich schon seit längerer Zeit in besondere Abtheilungen. Die am meisten gangbare Eintheilung ist diejenige in eine mediale und laterale Portion. Ich bin auf Grund meiner Untersuchungen dazu gekommen, im Anschluss an W. Krause (23, p. 390) diesen Portionen noch eine mittlere hinzuzufügen. Letztere zieht direct nach vorn, die laterale wendet sich nach aussen, die mediale lenkt zum Theil nach innen ab, zum Theil schliesst sie sich den Elementen der mittleren Gruppe von der medialen Seite her in gleichem Verlaufe an.

Von diesen Portionen ist die mediale diejenige, die uns am Meisten zu beschäftigen hat und zwar nicht nur weil sie den Haupttheil der hinteren Wurzel, vielleicht $\frac{3}{4}$ ihrer Elemente, für sich in Anspruch nimmt, sondern auch aus dem Grunde, weil ihr Verlauf und ihre Endigung die mannigfaltigsten, complicirtesten Verhältnisse darbietet. Diese starkfaserige Gruppe ist es, die zu den Hintersträngen Beziehungen eingeht, allerdings nicht in ihrer Gesammtheit, indem eine Abtheilung ihrer Fasern, die ich die Gruppe der geraden Fasern genannt habe, mit Vermeidung der Hinterstränge direct in den medialen Umfang der gelatinösen Substanz einströmt, um nach deren Durchsetzung weiter nach vorne zu ziehen. Jene Fasern, die den „Hinterstrangtheil“ der fraglichen Portion darstellen, ziehen in bogenförmigem, dem hinteren und medialen Rand der gelatinösen Substanz sich anschliessenden Lauf nach innen und lenken im Bereich der Burdach'schen Stränge grossentheils in die

Längsrichtung hinüber. Die Umbiegung erfolgt zum überwiegenden Theil nach oben, indess auch nach unten wendet sich eine beschränkte Zahl derselben, wie dies aus jenen von Westphal (50, p. 791), Kahler und Pick (20, p. 200), Strümpell (45, p. 694) und vor Allen von Schultze (40, p. 379) bekannt gemachten Beobachtungen hervorgeht, wo die Läsion der Hinterwurzeln ausser der sehr beträchtlichen aufsteigenden secundären Degeneration auch eine allerdings sehr geringe absteigende zur Folge hatte, die in allen Fällen ein sehr charakteristisches, sich stets gleich bleibendes Gebiet innerhalb des Querschnittes der Burdach'schen Stränge einnahm. Da sie aber nie weiter als bis zu einer Tiefe von 2—3 cm. unterhalb der lädirten Wurzeln zu verfolgen war, so ergiebt sich von selbst der Schluss, dass die fraglichen Elemente sehr bald in die graue Substanz eindringen.

Indem wir nun die Schicksale der medialen Wurzelfasern weiter verfolgen, sehen wir uns veranlasst, an dieser Stelle die Schilderung der Hinterstränge, die eine Fortsetzung derselben bilden, einzuschalten. Eine gesonderte Darstellung von Hinterwurzeln und Hintersträngen kann nicht recht ausgeführt werden, ohne seinem Wesen nach Zusammengehöriges von einander zu trennen.

An den Hintersträngen unterscheidet man seit Burdach Keilsträge und zarte Stränge, oder mit den von Kölliker vorgeschlagenen, in allgemeinem Gebrauch stehenden Bezeichnungen Burdach'sche und Goll'sche. Diese Eintheilung genügt indess heute nicht mehr. Bechterew (3) theilte die Burdach'schen Stränge auf Grund der verschiedenen Perioden, in denen die betreffenden Theile ihre Markscheiden erhalten, in einen vorderen und hinteren-peripheren Abschnitt, für ersteren

reservirte er den von Flechsig für die gesammten Burdach'schen Stränge eingeführten Namen der „Grundbündel der Hinterstränge.“ Ich sah mich veranlasst, mit Rücksicht auf einige anatomische Merkmale, auf das Auftreten der Myelinscheiden, sowie auch auf die Ergebnisse der Pathologie, diese Eintheilung noch weiter fortzusetzen, indem ich Bechterew's vorderen Abschnitt wieder in zwei Bezirke sonderte, so dass ich nun die Burdach'schen Stränge insgesamt in drei Zonen zerlege: eine vordere, hintere-periphere und mittlere. Für letztere habe ich die Bezeichnung „Einstrahlungszone“ vorgeschlagen, aus dem Grunde, weil die bekannten, den hinteren Wurzeln angehörigen Einstrahlungsbündel der Hinterhörner alle dieser Zone entstammen. Die Einstrahlungszone zeichnet sich gegenüber den beiden anderen durch ihren Gehalt an zahlreichen in der Querebene des Rückenmarkes verlaufenden, dem medialen Rand der Hinterhörner zuströmenden Nervenfasern, durch das strahlenartige Convergiiren ihrer Glia-septa nach derselben Stelle hin und schliesslich durch die frühe Entwicklung ihrer Markscheiden aus. Die Myelinbildung geht in den drei Zonen in folgender Reihenfolge vor sich: zuerst (bei 28 cm. langen Foeten) erfolgt sie in der Einstrahlungszone, dann (36 cm. l. F.) in der hinteren und zuletzt (45 cm. l. F.) in der vorderen Zone. Ich darf es nicht unerwähnt lassen, dass diese Eintheilung insoweit nicht Anspruch auf Neuheit erheben kann, als sich Andeutungen derselben bereits bei einigen anderen Autoren finden, namentlich wird meine Einstrahlungszone gelegentlich auch in anderen Arbeiten — am ausgesprochensten bei Strümpell (46, p. 742) und Westphal (51, p. 629) — unter dem Namen „Wurzelzone“ oder „Wurzeleintrittszone“ als selbständiger Theil behandelt.

Bei den engen Beziehungen der Hinterwurzeln zu den Hintersträngen muss es von vornherein wahrscheinlich sein, dass die dargelegte Gliederung durch die Art und Weise bedingt sei, nach welcher die in diesen Strängen aufgehenden sensiblen Fasern sich gruppieren. Wir müssen daher fragen: wie verhalten sich letztere zu diesen drei Zonen? — In dieser Beziehung ergab sich Folgendes. Die in die Burdach'schen Stränge eintretenden sensiblen Fasern lagern sich alle unter Umbiegung in die Längsrichtung der medialen Seite der Hinterhörner im Bereich der Einstrahlungszone an, behaupten indess nicht lange diesen ihren Platz, indem sie theils schon nach kurzer Strecke ihren verticalen Lauf mit einem horizontalen umtauschend in die graue Substanz einströmen, theils aber, insoweit sie sich auf längere Abschnitte des Rückenmarkes erstrecken, den analogen Stücken der nächst oberen Hinterwurzeln Platz machen müssen, wobei sie allmählig in die beiden anderen Zonen der Burdach'schen Stränge und in die Goll'schen hinübrücken, um daselbst fast bis zu ihrer Endigung zu verbleiben; verbinden sie sich noch innerhalb des Rückenmarkes mit der grauen Substanz, so müssen sie natürlich schliesslich wieder die Einstrahlungszone passiren. Letztere enthält demnach alle kurzen und die Anfangs- und zum Theil auch die Endstücke der längeren Hinterwurzelfasern, die beiden anderen Zonen nur den Haupttheil letzterer.

Obgleich dieser Lauf schon durch die rein anatomische Beobachtung nahegelegt wird, so sind es doch hauptsächlich die Befunde bei der secundären aufsteigenden Degeneration der Hinterstränge, welche eine Feststellung desselben mit der in der Wissenschaft erforderlichen Sicherheit gestatten. Bei der Bedeutung, die dieser Erkrankung für die Anatomie des Rücken-

markes und namentlich der Hinterstränge zukommt, erscheint es gerechtfertigt, wenn ich sie hier etwas einlässlicher zur Sprache bringe. Die Entdeckung derselben knüpft sich an den Namen Türck's, der im Jahre 1851 die ersten hierhergehörigen Fälle anatomisch untersuchte und bekannt machte. Die seitdem bekannt gewordenen Arbeiten über diesen Gegenstand lassen sich ihrem Inhalte nach in zwei Kategorieen bringen.

- 1) Experimentelle Untersuchungen, d. h. künstlich, durch Durchschneidung der Hinterwurzeln oder gewisser Theile des Rückenmarkes an Thieren, zumal an Hunden veranlasste Degenerationen: Schiefferdecker (1876), Singer (1881), Kahler (1882), Homén (1885), Löwenthal (1885 und 1888), Borgherini (1886), Oddi und Rossi (1890).
- 2) Pathologisch-anatomische Beobachtungen an erkrankten menschlichen Marken: Bouchard (1866), Barth (1869), W. Müller (1871), Lange (1872), Schüppel (1874), Flechsig (1876), Kahler und Pick (1880 und 1881), Schultze (1883), Hofrichter (1883) u. A. Die belangreichsten und überzeugendsten Arbeiten auf dem in Rede stehenden Gebiet sind wohl — unbeschadet des Werthes der übrigen — diejenigen Türck's (48), Schiefferdecker's (39), Singer's (43) und zumal Schultze's (40).

Alle diese Beobachtungen ergaben nun in sehr übereinstimmender Weise, dass die Hinterstränge — im Anschluss an eine Läsion, sei es eine Compression, sei es eine Zerreißung des Rückenmarkes oder auch an eine acute Myelitis — einer aufsteigenden Entartung anheimfallen, die, wenn ihr zu ihrer Entwicklung die erforderliche Zeit gegeben ist, allerdings unter allmählicher

Reduction, sich bis in das Gebiet des verlängerten Markes erstreckt, um in der Höhe der bekannten Hinterstrangkerne ihr Ende zu finden. Hierbei nimmt das Degenerationsfeld je nach der Höhe des Rückenmarkes ein verschiedenes Gebiet ein; über der Stelle der Beschädigung entspricht es stets der Einstrahlungszone, weiter nach oben rückt es allmählig gegen die Mittellinie zu und zwar ohne irgendwelche Berücksichtigung der Grenzen der Goll'schen Stränge: die Hinterstränge verhalten sich eben in dieser Beziehung als ein einheitliches Ganzes. Einem jeden Nerven scheint hierbei für seine centralen Fortsetzungen ein bestimmtes Areal auf dem Querschnitte der Hinterstränge zuzukommen, freilich unter Zulassung gelegentlicher unbedeutender Verschiebungen. Bei Läsion der Ischiadicuswurzeln erkrankt z. B. ein Faserzug, der schon im Brustmark in den Goll'schen Strängen seine Lage hat, im Bereich des Halsmarkes aber sich völlig in den hinteren Theil derselben zurückzieht. Es liess sich das gesetzmässige Verhalten feststellen, dass die Fortsetzungen der in der Richtung von unten nach oben folgenden Nerven sich stets lateralwärts von einander ablagern und in dieser Weise dann in ihrer Gesammtheit den Haupttheil der Hinterstränge constituiren. Wenn auch die successive Abnahme der Degenerationsbündel in centripetaler Richtung auf eine Endigung der Mehrzahl ihrer Fasern im Bereich des Rückenmarkes hinweist, so bleibt immerhin noch eine Gruppe, die sich bis in das Gehirn hinauf verfolgen lässt und als centrale Bahn der Hinterwurzeln — allerdings mit der Beschränkung: blos bis in das Gebiet der Med. oblongata hinauf — aufzufassen ist.

Wie überzeugend auch die geschilderten Beobachtungen nach dieser Richtung hin sprechen, so ist den daraus gezogenen Folgerungen — namentlich bezüglich

des Bestehens der geschilderten centralen Fortsetzungen — der Widerspruch nicht erspart geblieben. Die Opposition ist von Russland ausgegangen: Rossolymo (38, p. 301) und der hervorragende russische Neurologe W. Bechterew (4, p. 130) haben sich sehr entschieden gegen deren Existenz ausgesprochen. Ersterer gründete seinen Widerspruch auf die Beobachtung eines Falles, wo in der Rückenmarke eines Meerschweinchens, dem die Ischiadicuswurzeln durchschnitten wurden, die Goll'schen Stränge intact, die Burdach'schen aber blos in der Nähe der durchschnittenen Nerven und nur im Gebiet der Einstrahlungszone sich erkrankt fanden. Die Degenerationen, über welche Rossolymo berichtet, decken sich also vollständig mit denjenigen, die man bei Mensch und Hund unmittelbar über der Läsionsstelle erhält und man kann nicht umhin zu vermuthen, entweder habe dieser Forscher nur die in der Nähe der lädirten Nerven befindlichen Partien des Rückenmarkes untersucht, ohne auch dessen obere Abschnitte durchforscht zu haben — aus dem im Neurologischen Centralblatt erschienenen sehr knappen Referate erfährt man hierüber leider nichts Bestimmtes — oder ist in dem betreffenden Falle der Degeneration nicht die genügende Zeit gelassen worden, um sich auf die weiteren Fortsetzungen der erkrankten Fasern fortzupflanzen, wobei dann — angesichts der zwischen Läsion und Tod verflissenen Frist von 5 Monaten — für das Meerschweinchen ein ausnehmend langsames Fortschreiten dieses Processes anzunehmen wäre. Schliesslich ist zu betonen, dass man in der Uebertragung derartiger Schlüsse von Thier auf Mensch unter allen Umständen sehr behutsam sein muss. Wissen wir doch, wie verschieden sich die Verhältnisse der Sehnervenkreuzung, des Verlaufs und der Mächtigkeit der Pyramidenbahnen gestalten, viele Thiere, und zwar nicht

gerade die niedrigsten, besitzen letztere gar nicht u. s. w. Es ist sehr leicht denkbar, dass jene centralen sensiblen Bahnen, die für den Menschen sicher nachgewiesen sind, dem Meerschweinchen in der That abgehen. — Bechterew's Ansicht, dass „alle Fasern der hinteren Wurzeln früher oder später in die graue Rückenmarkssubstanz treten“, wurde von diesem Forscher hauptsächlich mit Rücksicht auf jene Beobachtung ausgesprochen, derzufolge der hintere-periphere Theil der Burdach'schen Stränge, sowie die Goll'schen Stränge in späterer Periode mit Markscheiden ausgestattet werden als die Bestandtheile der inneren, starkfaserigen Wurzelportion, daher also nach Bechterew's Dafürhalten zwischen diesen Theilen keine Beziehungen statthaben können. Nun ist es von vornherein fraglich, ob man überhaupt derartigen Thatsachen, gegenüber den unzweifelhaft beweiskräftigeren Ergebnissen der secundären Degeneration, nach dieser Richtung hin eine solche Bedeutung zuerkennen dürfe? Dass dieselben übrigens nicht gegen die fragliche Annahme sprechen, glaube ich sogleich beweisen zu können. Die Erscheinungen der secundären Degeneration sucht Bechterew durch Hinweis auf jene von mehreren Seiten veröffentlichte Beobachtung zu erklären und ihrer Beweiskraft zu entkleiden, nach welcher die Degeneration der Nervenfasern mitunter nicht nur auf die Nervenzellen, mit denen dieselben zusammenhängen, sich erstrecken, sondern über letztere hinweg auf die Nervenfasern jenseits derselben übergreifen kann, ein Einwand indess, der im vorliegenden Falle, wo das Degenerationsbündel der grauen Substanz nicht nur nicht näher kommt, sondern sich allmählig von derselben entfernt, wo also eine Einschaltung von Nervenzellen geradezu undenkbar erscheint, schlechterdings von der Hand zu weisen ist.

Auch die continuirliche Zunahme der Hinterstränge an Volumen macht die Annahme solcher aufsteigender Fortsetzungen sehr wahrscheinlich. Stilling, Flechsig u. A. haben hierüber sehr genaue Messungen angestellt. Dem grossen Werke des letzteren (9, p. 550) entnehmen wir folgende Angaben. Setzt man den Querschnitt der gesammten weissen Substanz = 100, so bilden hiervon die Hinterstränge:

in der Höhe des N. cerv. III	= 396
N. dors. VI—VII	= 156
N. lumb. IV—V	= 212

Die Abnahme vom Lumbal- zum Dorsalmark beträgt 26,5 %, erscheint also im Vergleich zur grossen Differenz in der Mächtigkeit der entsprechenden Hinterwurzeln viel zu gering, als dass man nicht eine Beeinflussung derselben durch den centripetalen Lauf eines Theiles der in die Lumbalanschwellung eintretenden sensiblen Wurzeln annehmen müsste. Noch beweisender in diesem Sinne ist aber der mächtige Zuwachs der Hinterstränge im Bereich der Halsanschwellung im Verhältniss zur Lendenanschwellung, sie sind in der ersteren fast um das Doppelte umfangreicher als in der letzteren, eine Thatsache, die angesichts des Umstandes, dass die Cervicalwurzeln an Stärke hinter den unteren Wurzeln zurückstehen, blos in der Anwesenheit diesen Theil passirender, zumindest die Hälfte der Hinterstränge ausmachender länger Bahnen ihre Erklärung finden kann.

Wenn Bechterew seinen Widerspruch hauptsächlich darauf stützt, dass die Goll'schen Stränge später markhaltiger werden als die medialen Hinterwurzelfasern, deren Fortsetzungen sie demnach nicht bilden können, so müssen wir die Beweiskraft dieses Argumentes insofern in Abrede stellen, als es leicht denkbar, ja sogar wahrscheinlich ist, dass die langen, aufwärts ziehenden Fa-

sern der Hinterwurzeln nicht in ihrer ganzen Ausdehnung auf einmal, sondern progressiv, in aufsteigender Richtung ihre Markscheiden erhalten, dergestalt, dass während ihre Anfangsstücke mit solchen bereits ausgestattet sind, ihre weiteren Fortsetzungen dieser Scheiden noch völlig entbehren. Haben wir doch ein Beispiel für eine solche Art der Myelinbildung in den Pyramidenbahnen, die nach Flechsig's Entdeckung beim Menschen und laut meiner Befunde auch bei Säugethieren nicht auf einmal, sondern successiv in absteigender Richtung sich mit Myelin belegen. Wenn auch bisher beim Menschen bezüglich der Goll'schen Stränge hiefür sprechende Beobachtungen nicht beigebracht sind, so gelang es mir bei der Maus durch Vergleichung verschiedener Entwicklungsstadien einen solchen Gang der Markbildung innerhalb der fraglichen Stränge nachzuweisen. Uebrigens ist bei Foeten der Unterschied in der Markhaltigkeit zwischen den einzelnen Abtheilungen der Hinterstränge in den meisten Fällen ein etwas verschwommener, durch Uebergänge vermittelter. Im Rückenmarke 28 cm. langer Früchte erscheint von letzteren bloß die Einstrahlungszone markhaltig, doch zeigen sich schon auch in den beiden anderen Burdach'schen Zonen, sowie in den Goll'schen Strängen die Anfänge der Markbildung. Nun folgt die vordere Zone, die bei 36 cm. langen Foeten mit der mittleren zu einem gemeinsamen, total markhaltigen Felde zusammenfließt; mittlerweile haben indess auch die übrigen Theile beträchtliche Fortschritte gemacht, doch findet der Process in denselben erst bei 45 cm. Länge, aber stets gleichzeitig seinen Abschluss. — Schliesslich möchte ich bemerklich machen, dass jene grosse Differenz bezüglich der Markbildung zwischen Hinterwurzeln und Goll'schen Strängen, wie sie Bechterew angiebt, meinen Beobachtungen gemäss nicht vor-

handen ist. Bei 28 cm. langen Früchten lässt die mediale Portion erst eine ganz geringe Zahl von Markfasern erkennen, sie nimmt bei 36 cm. Länge in dieser Beziehung beträchtlich zu, doch stellt sie sich erst zur Zeit der Geburt als völlig myelinhaltig dar.

Aus dem Dargelegten geht also hervor, dass der Gliederung der Hinterstränge in Burdach'sche und Goll'sche Stränge nicht die ihr früher beigelegte systematische Bedeutung zukommt: die Elemente letzterer entstammen ebenfalls den Hinterwurzeln, allerdings sind es zumeist aus den Ichiadicuswurzeln herkommende und ausschliesslich lange Fasern, während in den Burdach'schen Strängen mehr die Dorsal- und Halsnerven vorwiegen und ausser langen auch zahlreiche kurze Fasern vertreten sind. „Weder in physiologischer noch in pathologischer Hinsicht besitzt eines dieser Gebiete eine Sonderstellung.“ (Kahler, 18, p. 230.)

Diejenigen Forscher, die den Ergebnissen der sec. Degeneration ungläubig gegenüberstehen, müssen natürlich eine andere Erklärung für die Herkunft der Goll'schen Stränge heranziehen. So lässt Takács (47) deren Bestandtheile ausschliesslich aus den Clarke'schen Säulen entspringen, während Bechterew (4, p. 133) sie aus zwei verschiedenen Bezirken der grauen Substanz: aus den Clarke'schen Säulen und den „unmittelbar vor der Rolando'schen Substanz gelegenen kleinen sensitiven Zellen“ herleitet. Ich selbst habe mich in einer früheren Arbeit über das Mäuserückenmark (27, p. 118) allerdings mit grosser Reserve dahin ausgesprochen, dass „die Fasern der Goll'schen Stränge allem Anscheine nach aus der vor der Rolando'schen Substanz befindlichen grauen Substanz entspringen“ — eine Ansicht, von der ich mich, wie es aus meinen bisherigen Aeusserungen hervorgeht, nunmehr ganz losgesagt habe, wozu mich

einerseits die Verhältnisse der secundären Degeneration, mit denen ich mich erst in der letzten Zeit eingehender befasste, andererseits Untersuchungen am menschlichen Marke geführt haben.

Aus den Clarke'schen Säulen beziehen die Goll'schen Stränge gewiss keine einzige Faser — dies musste ich bereits in der angeführten Arbeit bestimmt aussprechen. Als hauptsächliche Ursprungsquelle derselben wurden sowohl von mir wie von Bechterew jene zarten Elemente in Anspruch genommen, die aus der hinteren Commissur auf dem Wege des Septum posterius direct nach hinten ziehen, um in die Goll'schen Stränge einzutreten. Diese Fasern lassen sich nun bei jenen Thieren, die eine ansehnliche hintere Commissur aufweisen, wie z. B. die Maus, das Meerschweinchen, leicht beobachten, sind aber beim Menschen, wo die Commissur eine sehr schwache Entwicklung erkennen lässt, so spärlich, dass sie für den Aufbau der Goll'schen Stränge bei Weitem nicht zureichen würden, und höchstens einem ganz geringen Theile derselben als Ursprungsquelle dienen könnten. — Uebrigens setzt sich die hintere Commissur meinen neueren Untersuchungen zu Folge ebenfalls hauptsächlich aus Hinterwurzelfasern zusammen, so dass es sehr fraglich ist, ob die in Rede stehenden Elemente nicht auch in diese Kategorie gehören.

Wenn wir nun zu den Hinterwurzeln zurückkehren, so müssen wir vor allen Dingen auf den nicht unwesentlichen Fortschritt hinweisen, der in der Erkenntniss derselben durch den von Lissauer (30) gelieferten Nachweis angebahnt wurde, dass die gröberen und feineren Fasern, die im freien Abschnitt der Hinterwurzeln regellos vermischt sind, innerhalb des Rückenmarkes sich zu besonderen Bündeln gruppieren, eine Angabe, die von allen Forschern, von denen bisher Aeusserungen

hierüber vorliegen, wie Bechterew (4, p. 126), Kahler (19, p. 194), Obersteiner (35, p. 187) und Edinger (8, p. 121), in einstimmiger Weise bestätigt worden ist und die ich ebenfalls zu constatiren vermag. Die den grössten Theil der sensiblen Wurzeln ausmachenden breiteren Elemente wenden sich medianwärts und nach vorne und stellen die mediale und mittlere Portion dar, die spärlichen zarten Lenken als laterale Portion nach aussen ab. Letztere zeichnet sich — wie ich in Uebereinstimmung mit Bechterew angeben kann — durch das späte Auftreten ihrer Markscheiden aus, eine Thatsache, die einen neuen Beleg jenes von mir (27, p. 98) ausgesprochenen Satzes darstellt, nach welchem die Reihenfolge der Markentwicklung in gesetzmässiger Beziehung geschehe zu der Dicke der betreffenden Axencylinder, dergestalt dass die breiteren sich früher mit Mark umscheiden als die schmäleren.

Betrachten wir zunächst die Schicksale der feinfaserigen lateralen Portion, die bei der hierüber bestehenden Uebereinstimmung am leichtesten geschildert werden kann. Die hierher gehörigen Fasern versammeln sich zunächst an der Kuppe der gelatinösen Substanz zu einem locker gefügten Längsbündel, der „Randzone“ Lissauer's, oder der „Markbrücke“ Waldeyer's (49, p. 21), die je nach Höhen des Rückenmarkes von sehr verschiedenem Querschnitt ist: im Lendenmark erscheint sie saumartig, in querer Richtung ausgezogen, im Halstheil hingegen von rechts nach links zusammengeschnürt, sagittal-länglich. Ihre Zunahme im Bereich der Anschwellungen und Abnahme zwischen denselben weist auf eine kurze Bahn hin. Dem entspricht auch die Beobachtung, dass sie in demselben Maasse, als sie continuirlich neue Bestandtheile aus den Hinterwurzeln aufnimmt, auch stetig feine Fasern abgibt, die durch den lateralen Ab-

schnitt der gelatinösen Substanz hindurch nach vorne ziehen, um in das die Concavität dieser Substanz ausfüllende und von Lissauer als „spongiöse Zone der Hinterhörner“, von Waldeyer (49, p. 20) als „Kern der Hinterhörner“, bezeichnete dichte Fasernetz einzutreten. Das Netzwerk beherbergt auch Ganglienzellen. Möglicherweise gehen die Fasern auch zu dem, allerdings sehr ärmlichen, ebenfalls spärliche Nervenzellen enthaltenden Fasernetz im hintersten, durch eine besondere Beschaffenheit sich auszeichnenden schmalen, halbmondförmigen Abschnitt der Rolando'schen Substanz („Zonalschicht“, Waldeyer) Beziehungen ein. Ueber die weiteren Schicksale dieser Fasern lässt sich noch nichts Bestimmtes aussagen, im Besonderen ist es noch durchaus problematisch, ob sie innerhalb der genannten Fasernetze einfach frei endigen, oder wie es Bechterew mit wenig begründeter Positivität behauptet, mit den in dieselben eingelagerten Zellen in Verbindung treten. Am besten sehen wir die Randzone beim Menschen entwickelt, bei Carnivoren ist sie viel schwächer vertreten und fehlt bei Kaninchen, Meerschweinchen, Maus ganz; bei Erkrankungen des Markes, zumal bei Tabes, kommt ihr laut den Erfahrungen Lissauer's ein selbstständiger Charakter zu, so dass sie nach allen Richtungen hin die Berechtigung eines eigenen Bündels der weissen Substanz besitzt. Bechterew möchte ihr auch in physiologischer Hinsicht einen solchen Charakter zuerkennen, indem er auf Grund eigener Thierversuche in den feinen lateralen Fasern und in der ihre Fortsetzung bildenden Randzone den eigentlichen sensiblen, zur Leitung sensibler Reize dienenden Theil der Hinterwurzeln erblickt, den übrigen gröbereren Fasern hingegen bloß die Leitung des Muskelgeföhles zuspricht, eine Hypothese, der man von vornherein die Thatsache entgegenhalten muss, dass

die hintere Commissur, in der ohne Frage theilweise das anatomische Substrat für die aus den Erfahrungen der Pathologie unabweislich hervorgehende Kreuzung der sensiblen Bahnen gegeben ist, ihre Elemente zum grossen Antheile aus der grobkalibrigen medialen und mittleren, und nicht aus der lateralen Portion bezieht.

Die mittlere Portion lässt bei dem Menschen verhältnissmässig schwache Entwicklung erkennen, während sie bei manchen Thieren, vor allen beim Meer-schweinchen eine sehr ansehnliche Gruppe darstellt, und ich gestehe, dass ich nur mit Berücksichtigung der Befunde bei Thieren dazu gekommen bin, sie auch beim Menschen als selbstständige Portion von der medialen abzutrennen. Sie betritt den mittleren Abschnitt der gelatinösen Substanz, die sie in der Richtung nach vorn durchsetzt und biegt an deren vorderem Rande sowohl auf- wie absteigend, unter Bildung jener Bündel, die von Kölliker schon vor längerer Zeit (22, p. 262) als „Längsbündel der Hinterhörner“ eingeführt worden sind, in die Längsrichtung um. Ueber den weitem Lauf ihrer Fasern liess sich Folgendes ermitteln. Sie lenken allmählig wieder in die horizontale Richtung ein; ein Theil betheiligt sich an der Bildung der hinteren Commissur, einige Fasern wenden sich direct nach vorn, um zum Theil schon im Gebiet der Hinterhörner zu endigen, zum Theil sich im Netzwerk der Vorderhörner zu verlieren, andere lassen sich schliesslich in den medialen Abschnitt der Seitenstränge verfolgen, wo sie sich der weiteren Beobachtung entziehen. Ueber den definitiven Verbleib all' dieser Elemente lässt sich nichts Bestimmtes aussagen.

Die Bestandtheile der mächtigen, starkfaserigen medialen Portion sondern sich, wie bereits angeführt, sogleich in zwei Gruppen: in einen directen Hinterhorn-

antheil („gerade Fasern“) und einen Hinterstrangantheil. Erstere begeben sich durch den medialen Abschnitt der Rolando'schen Substanz in gestrecktem Lauf in die Hinterhörner, letztere werden in bereits geschilderter Weise zu Bestandtheilen der Hinterstränge, lenken aber zum grossen Theile nach kürzerer oder längerer Strecke aus ihrer aufsteigenden Richtung in die Horizontalebene hinüber und strömen in der Gestalt sehr charakteristischer, bogenförmig geschwungener Züge („Einstrahlungs-bündel“) in die graue Substanz ein.

Der weitere Lauf der fraglichen Fasern ist ein verschiedener. Die Mehrzahl derselben schlägt die Richtung der Vorderhörner ein: die starken, nach vorn hinstrebenden Bündel weichen, bevor sie noch deren Grenze überschritten, kelchartig auseinander, um im centralen, durch ein Fasergewirr dargestellten Theil, sowie zwischen den lateralsten Nervenzellen derselben sich aufzulösen. Ein directer Uebergang in die grossen vielstrahligen Ganglienzellen ist, ob zwar von manchen Seiten mit grosser Bestimmtheit proclamirt, bis jetzt nicht nur nicht erwiesen, sondern in Ansehung neuerer Untersuchungen sogar unwahrscheinlich. Bei Läsion der Hinterwurzeln wurde allerdings mehrfach (z. B. in Rossolymo's Fall) ein Lichterwerden des Vorderhornnetzes beobachtet, an den Zellen selbst sind indess — soweit ich in die Literatur Einsicht genommen habe — bisher keine Veränderungen angetroffen worden, was indess eine indirecte, durch das Nervennetz vermittelte Verbindung noch nicht ausschliessen würde.

Obwohl für eine Betheiligung der Hinterwurzelfasern an der Bildung der vorderen Commissur viele und namhafte Forscher, wie Krause, Schwalbe (42, p. 359), Lissauer, Bechterew, Kahler, Obersteiner, Waldeyer (49, p. 12), eingetreten sind, so muss

ich mich doch auf Grund meiner Untersuchungen gegen dieselbe aussprechen. Dagegen bezieht die hintere Commissur unzweifelhaft sowohl aus der medialen, wie auch aus der mittleren Portion einige Fasern. Laut Bechterew's Befunden sollen sich an dieser Kreuzung bloß die zarten Elemente der lateralen Gruppe betheiligen, eine Angabe, die Bechterew mit Rücksicht auf jene seine Beobachtung aufstellte, derzufolge die Commissur bei Neugeborenen, wo die starken Wurzelfasern bereits so gut völlig markhaltig sind, noch ganz marklos erscheine. Dem gegenüber möchte ich betonen, dass meine Erfahrungen ein anderes Verhalten ergeben: ich fand in der Commissur bereits bei 36 cm. langen Früchten einige myelinhaltige Elemente; dieselben nehmen bis zur Zeit der Geburt allmählig zu und gehören der mittleren und inneren Portion an; die feinen lateralen Elemente gehen zu ihr, soviel ich finde, keine Beziehungen ein.

Bei keinem der bisher geschilderten Verlaufswege ergab sich also eine unmittelbare Verbindung mit Nervenzellen; die Grenze der Beobachtung war bei allen gegeben in der Bestimmung der Stelle, wo die Fasern sich der weiteren Beobachtung entziehen, des Netzwerkes, in welches sie eintreten. Nun aber kennen wir doch eine Endigung, die höchst wahrscheinlich eine direct celluläre ist: es ist das diejenige in den Clarke'schen Säulen. Dieselben stellen unzweifelhaft sehr wichtige Endigungskerne der sensiblen Fasern dar; sie nehmen im Bereich ihrer stärksten Entwicklung deren grössten Theil für sich in Anspruch. Schon ihre Gestalt weist auf eine innige Verknüpfung mit denselben hin, indem sie auf dem Höhepunkt ihrer Entfaltung von birnförmigem Querschnitt erscheinen mit konisch sich verjüngendem Anschluss an die in sie eindringenden

Bündel der medialen Portion, eine Form, die am ausgesprochensten bei Foeten zur Anschauung kommt.

Zuweilen begegnet man — zumal an foetalen Marken — dem sonderbaren Verhalten, dass sich einige Zellen aus dem Verbande dieser Säulen loslösen und vereinzelt zwischen den Fasern der medialen Portion, mit denen diese exquisit spindelförmigen Elemente stets parallel gelagert sind, im Bereich der Einstrahlungszone der Burdach'schen Stränge ihre Lage haben; sie rücken zuweilen bis zur Stelle des Wurzeleintrittes. Ich führe diese auf den ersten Blick vielleicht an sich unbedeutend erscheinende Beobachtung an, weil ich einmal darin ebenfalls eine Stütze der soeben als wahrscheinlich erklärten directen Verbindung erblicke, andererseits aber sie meiner Meinung nach geeignet scheint, auf die Bedeutung der Clarke'schen Säulen, bezw. der Spinalganglien einiges Licht zu werfen. In letzterer Beziehung ist zunächst vorzuschicken, dass G. Rattone (37, p. 53) vor einigen Jahren die interessante Entdeckung veröffentlicht hat, dass die hinteren Wurzeln in ihrem freien Abschnitt und zwar in der ganzen Strecke zwischen Mark und Ganglion mitunter einige versprengte Nervenzellen nach Art derjenigen der Spinalganglien beherbergen. Nun könnte man in den soeben beschriebenen Zellen eine Fortsetzung dieser zerstreuten Elemente in das Rückenmark hinein erblicken, so dass man mithin den Eindruck einer fortlaufenden, allerdings von spärlichen, in weiten Abständen von einander stehenden Zellen gebildeten Kette erhalten würde, durch welche gewissermassen der Zellhaufen der Spinalganglien mit den Clarke'schen Säulen in Verbindung gesetzt wäre. Ist die Auffassung richtig, so erkennen wir hierin eine Andeutung der bei Petromyzon bestehenden Verhältnisse, wo nach Freud's Darstellung (12, p. 139) die

Zellen der Spinalganglien nicht alle ausserhalb des Markes liegen, sondern theilweise in zerstreuter Anordnung sich in dessen Hinterhörner erstrecken. Der Schluss, den ich aus vorliegender Beobachtung ziehen möchte, geht dahin, dass Clarke'sche Säulen und Spinalganglien homologe Zellenansammlungen darstellen, und dass letztere abgetrennte Theile ersterer repräsentiren. Lehrt doch die Entwicklungsgeschichte (Balfour, Schenk), dass sich die Wurzelganglien aus dem Marke ablösen, ein Vorgang, der sich in der Phylogenese gleichsam abspiegelt: Amphioxus besitzt nämlich noch gar keine Spinalganglien, bei Petromyzon sind solche bereits in Erscheinung getreten, jedoch, wie wir hörten, noch nicht in ganz abgetrennter Form, gleichsam einen Fortsatz des Rückenmarkes darstellend, erst bei höheren Gattungen erfolgt eine vollständige Ablösung und selbstständige Gruppierung derselben. Die Clarke'schen Säulen würden demgemäss eine an ihrer ursprünglichen Bildungsstätte verbliebene Gruppe jener, ihrer Bedeutung nach zusammengehörigen, gegenüber den andern Nervenzellen des Medullarrohres genetisch eine selbstständige Stellung einnehmenden Ganglienzellen darstellen, aus deren centripetalen und centrifugalen Ausläufern die hinteren Wurzeln, bezw. peripherischen Empfindungsnerven sich aufbauen. Eine definitive Bestätigung dieser als Hypothese hingestellten Auffassung dürfen wir von der directen, genauen Verfolgung der fraglichen Entwicklungsvorgänge am Marke erwarten.

An dieser Stelle bietet sich der Anlass, auf die eingangs zur Sprache gebrachten „durchtretenden Nervenfasern“ der Spinalganglien, bezüglich deren eine Erklärung in Aussicht gestellt wurde, zurückzukommen. Obwohl directe Beobachtungen hiefür noch nicht beigebracht sind, so glaube ich doch mit Edinger die

Annahme als sehr wahrscheinlich hinstellen zu dürfen, dass man es hier mit peripherischen Ausläufern der Zellen der Clarke'schen Säulen zu thun habe. Sind letztere wirklich den spinalen Ganglienzellen gleichzustellen, so müssen sie in derselben Weise wie diese mit einem centralen und einem peripheren Fortsatz ausgestattet sein. Dass dies in der That der Fall ist, legt uns schon die directe Beobachtung als wahrscheinlich nahe. Die peripheren Ausläufer gesellen sich zu den sensiblen Wurzeln und stellen, da sie natürlich zu den spinalen Ganglienzellen keine Beziehungen einzugehen haben, die fraglichen durchtretenden Fasern dar. Auch hierin wird die Embryologie das letzte Wort zu reden haben; ist die Annahme zutreffend, so dürfen wir voraussetzen, dass einmal solche Fasern in grösster Zahl in jenen Wurzeln vertreten sind, die aus der mit Clarke'schen Säulen ausgestatteten Gegend des Rückenmarkes ihren Ursprung nehmen, zweitens dass für einen Theil der sensiblen Fasern in diesem Gebiete embryologisch eine centrifugale Entwicklung sich nachweisen wird lassen. Aber auch die Pathologie kann ihr Schärfelein zur Lösung der Frage beitragen, indem sie etwa den Nachweis führt, dass nach Durchschneidung der Hinterwurzeln die zu den Clarke'schen Säulen gehörenden sensiblen Fasern auf dem Rückenmarksquerschnitte intact bleiben.

Auch die Form der in den Clarke'schen Säulen befindlichen Zellen lässt sich für die dargelegte Hypothese verwerthen. Diese Elemente lassen nämlich sehr häufig nicht jene unregelmässige rundliche Form erkennen, wie die Mehrzahl der übrigen Ganglienkörper des Rückenmarkes, sondern sind oft von länglicher, spindelförmiger Gestalt, von derselben also, die die spinalen Ganglienkörper der Embryo's nach His darbieten. Wäh-

rend letztere aber im Laufe der weiteren Entwicklung, wohl zu Folge mechanischer, in der Anordnung der Elemente begründeter Ursachen sich zu mehr rundlicher Form zusammenballen und ihre beiden Ausläufer zu einem einzigen verlöthen, bleiben die Clarke'schen Zellen in dieser Beziehung auf mehr embryonaler Stufe stehen, wobei sie andererseits durch Austreibung verzweigter Dendritenfortsätze sich dem Rückenmarktypus anschließen. Um noch einige Besonderheiten dieser Zellen zu erwähnen, sei darauf hingewiesen, dass sie mit ihrer Längsachse in den meisten Fällen sagittal gestellt sind und dass ihr Körper sehr häufig, abgesehen von einigen seitlichen Protoplasmafortsätzen, nach vorne und hinten in je einen starken Ausläufer übergeht, die an Querschnitten mitunter noch eine Strecke weiter zur Beobachtung kommen. Wenn eine Verbindung von Wurzelfasern mit den in Rede stehenden Zellen in der That besteht, so ist der hintere Ausläufer als derjenige zu bezeichnen, durch den dieselbe vermittelt wird. Der vordere Fortsatz kann ein protoplasmatischer sein, ist aber die eben angeführte Analogie richtig, so wird man nicht umhin können, ihn ebenfalls als Nervenfortsatz anzusprechen. Fragt man nach dessen Bedeutung und Verlauf, so bieten sich mehrere Möglichkeiten, die vielleicht alle realisiert sind. In erster Linie kann er sich fortsetzen — und dies ist zunächst am wahrscheinlichsten — in jene, schon von Gerlach (13, p. 688) erwähnten und abgebildeten Bündel, die von Flechsig (9, p. 295) als „horizontale Kleinhirnbündel“ eingeführt worden sind. Dieselben entspringen mit convergirenden Fasern aus dem vorderen Umfang der Clarke'schen Säulen, machen aber bald eine plötzliche Schwenkung nach aussen, um in quерem Verlaufe sich in die Seitenstränge zu begeben. Sie treten bei 36—40 cm. langen Foeten durch ihre bereits völlig

angelegten Markscheiden mit um so überraschenderer Deutlichkeit hervor, als jene Theile der grauen Substanz, die sie zu durchsetzen haben, um diese Zeit noch ganz faserlos sind. Flechsig hat sie bekanntlich mit voller Berechtigung als Ursprungsfasern der Kleinhirnsseitenstrangbahn in Anspruch genommen, wozu indess die Bemerkung hinzuzusetzen wäre, dass sie häufig, ja vielleicht zum grössten Theile nicht bis in das Gebiet dieser Bahn zu verfolgen sind, sondern schon in mehr medialen Abschnitten der Seitenstränge sich dem Blicke entziehen, daher man — unter Zulassung ihrer ausgiebigen Beziehungen zu der Kleinhirnsuterstrangbahn — auch eine partielle Betheiligung derselben an der Bildung anderer Abtheilungen der Seitenstränge annehmen darf. Indess gewahren wir hier noch Fasern anderer Kategorie, deren Zusammenhang mit den fraglichen Fortsätzen nicht schlechthin auszuschliessen ist. Prüft man an nach Weigert gefärbten Querschnitten die betreffende Gegend des Rückenmarkes Erwachsener, so wird man überrascht sein durch den Reichthum an längsverlaufenden Nervenfasern, durch welchen die Clarke'schen Säulen in ihrer ganzen Ausdehnung ausgezeichnet sind; ja sie erscheinen an gut gefärbten Schnitten zuweilen dermaassen mit solchen überladen, dass man auf den ersten Blick wahrhaftig meint nicht Kerne, sondern compacte Faserbündel vor sich zu haben. Es handelt sich hier um durchweg feine Elemente, die die Zwischenräume der Zellen in gedrängter Anordnung einnehmen und deren Verlauf insoweit ein nicht streng longitudinaler ist, als sie sich untereinander vielfach geflechtartig verbinden. Am dichtesten sieht man sie im lateralen Abschnitt der Kerne angehäuft; sie halten die Grenzen letzterer nach allen Seiten hin streng ein, nur medianwärts sieht man einige Bündelchen den Kernecontour

unter allmählicher Auflösung ihres Gefüges ein wenig überschreiten. Woher stammen nun diese Längsfasern, deren Schwund nach Lissauer (29) die erste anatomische Veränderung des Rückenmarkes bei Tabes darstellt? Dieser Forscher hat ihre Herkunft auf die hinteren Wurzeln zurückzuführen versucht, eine Annahme, die meiner Meinung nach durch den Umstand geradezu ausgeschlossen wird, dass sie zur Zeit der Geburt, wo die sensiblen Wurzeln mit Ausnahme eines geringen, der lateralen Portion angehörigen Antheiles bereits so gut wie ganz markhaltig genannt werden können, noch durchaus vermisst werden. Ich meine, die einzige Erklärung, die man einstweilen mit einiger Wahrscheinlichkeit bezüglich derselben aussprechen darf, wäre, sie als in die Längsrichtung umgebogene Nervenfortsätze der Zellen der Clarke'schen Säulen zu betrachten. Ueber ihren weiteren Gang fehlen uns zur Zeit alle Anhaltspunkte.

Schliesslich wird man bei Bestimmung des Schick-sales der fraglichen Fortsätze noch jener, von Bechterew erwähnten (4, p. 132), von Waldeyer constatirten und sehr anschaulich abgebildeten (49, Taf. 17, 7^b. Taf. 18, 9^a) Fasern gedenken müssen, die aus den Clarke'schen Säulen ausgehend in das gleichzeitige Vorderhorn und durch Vermittlung der vorderen Commissur in dasjenige der anderen Seite eindringen sollen. Allerdings gelang es mir bis jetzt nicht, diese Fasern beim Menschen sicher aufzufinden, indess vermochte ich bei der Maus Elemente nachzuweisen, die vielleicht hierher gehören; fast auf jedem Schnitt kommen nämlich bei diesem Thiere einige Fasern zur Beobachtung, die aus der von Stieda als „Centralgruppe“ bezeichneten (44, p. 159), allem Anscheine nach mit den Clarke'schen Säulen in eine Kategorie gehörigen Zellenhäufung sich in die

vordere Commissur begeben. Andererseits wird man — falls man an der Homologie zwischen Clarke'schen Säulen und Spinalganglien festhält — von vornherein als wahrscheinlich bezeichnen können, dass die aus den ersteren entspringenden centralen Fasern in derselben Weise, wie die centripetalen Ausläufer der spinalen Ganglienzellen, sich nicht mit einer Endigung begnügen, sondern mehrere Punkte des Rückenmarkes hiefür beanspruchen, und hierbei, wie letztere, auch in den Vorderhörnern ihr Ende finden.

Bevor ich auf den letzten Theil meiner Aufgabe übergehen könnte, erübrigt mir noch, auf die Angaben zweier Autoren, die in der letzten Zeit Arbeiten über die Hinterwurzeln veröffentlicht haben, einzugehen. Es sind das Edinger (8) und der spanische Histologe Ramón y Cayal (36). Edinger beschreibt und zeichnet Fig. 1 seines Aufsatzes und Fig. 102 der 2. Auflage seines bekannten Leitfadens ein ansehnliches Bündel von Nervenfasern, das, aus den Nervenzellen der Hinterhörner entspringend, bogenförmig zur vorderen Commissur ziehen und durch selbe hindurch in den Vorderseitenstrang der entgegengesetzten Seite gelangen sollen, um sich dessen Längsfasern beizugesellen. Edinger möchte nun auf diese Faserzüge insofern ein grosses Gewicht legen, als er in denselben eine hirnwärts gerichtete, allerdings durch eingeschaltete Zellen unterbrochene Fortsetzung des Haupttheiles der Hinterwurzeln erblickt. Hierzu möchte ich nun bemerken, dass ich diese Fasern sowohl bei den von mir untersuchten Säugethieren, als auch beim Menschen vergebens suchte; sie mögen vorhanden sein bei jenen niederen Wirbeltieren, auf die sich die Untersuchungen Edinger's wohl hauptsächlich beziehen, sind aber bei höheren, sowie beim Menschen und zwar sowohl bei Foeten wie beim Er-

wachsenen, meinen Erfahrungen zu Folge nicht nachzuweisen. Ich sehe nun einmal nicht ein, warum man um jeden Preis, selbst auf die Gefahr der Verlassung eines — hier mehr als auf allen andern Gebieten der Anatomie zu wahrenen thatsächlichen Bodens hin — mit Rücksicht auf den Umstand, dass für einen Theil der sensiblen Wurzeln die Befunde bei secundärer Degeneration in der That einen nach oben gerichteten Lauf ergeben haben, auch für die übrige Abtheilung unbedingt derartige centrale Fortsetzungen fordern müsse. Die Erregung ist schliesslich nach meiner Ueberzeugung in ihrem Fortschreiten hirnwärts nicht nothwendigerweise auf geschlossene Bahnen hingewiesen, sondern kann im Nothfalle hierzu die graue Substanz in ihrer Gesammtheit benützen. Ich möchte mich demnach in Uebereinstimmung mit L. Auerbach (1) gegen Edinger's Hypothese aussprechen.

Ramón y Cayal's, mit Hülfe der etwas modificirten Golgi'schen Methode, an Hühnerembryonen angestellten Untersuchungen ergaben Resultate, die Vielen was man z. Z. als Feststehend annimmt, zuwiderlaufen. Zunächst führt dieser Forscher einen neuen, bisher ungeahnten Factor in den Aufbau des Rückenmarkes ein, nämlich die Theilung der Nervenfasern innerhalb der weissen Substanz, wie wir sie in den Spinalganglien kennen, der er im Marke eine grosse Verbreitung zuweisen möchte. Eine jede sensible Faser spaltet sich im Rückenmarke sogleich dichotomisch in einen auf- und absteigenden Ast, die Ramón y Cayal eine weitere Strecke in der Längsrichtung zu verfolgen vermochte, ohne ihre Endigung ausfindig machen zu können. Sowohl vom Stamme der sensiblen Faser wie von deren beiden Aesten lösen sich zahlreiche feine Seitenzweigchen ab, die in die graue Substanz eindrin-

gen, um zwischen deren Nervenzellen unter weiterer Verästelung frei zu endigen.

Natürlich ist es, in Ermangelung eigener mit derselben Methode ausgeführten Controlluntersuchungen, nicht angängig, ein abschliessendes Urtheil über Angaben solch fundamentaler Natur abzugeben. Immerhin scheint es sehr auffallend, dass die von dem spanischen Forscher angegebenen Theilungen, trotzdem dass das Rückenmark seit Alters her ein bevorzugtes Objekt der Forschung bildete und nach allen Richtungen hin, mit allen Methoden, Zerzupfung u. s. w. durchforscht worden ist, bisher, so viel ich weiss, noch nie zur Anschauung gelangten. Sind doch die Theilungen in den Spinalganglien, deren Isolation zufolge diese Knoten durchflechtenden festen Bindegewebes eine ungleich schwerere sein muss, obzwar erst unlängst von Ranvier genauer beschrieben, bereits in den 40^{er} und 50^{er} Jahren von Stannius, R. Wagner, Küttner, Schramm u. A. gelegentlich beobachtet worden; es ist schwer zu denken, wieso Niemand diese angeblich so verbreitete Erscheinung bisher wahrgenommen hätte. Andererseits ist eine gewisse Vorsicht diesen vom Herkömmlichen so abweichenden Angaben gegenüber angesichts der bekannten Unzuverlässigkeit des Golgi'schen Imprägnations-Verfahrens jedenfalls gerechtfertigt, bei welchem man eigentlich nicht weiss, mit welchen Factoren man zu rechnen habe, so dass man vor eine Alternative gestellt bezüglich der Zuverlässigkeit den heutigen Färbungsmethoden, von denen wenigstens bekannt ist, was dabei gefärbt wird, und den damit gewonnenen Resultaten den Vorzug geben würde. Indess handelt es sich hier um keine Alternative; eine Vereinbarung des Hergebrachten mit dem von Ramón y Cayal Angegebenen ist meiner Ansicht nach im Falle seiner Bewährung recht

gut möglich. Es sollen auch diese Bedenken keine Negation bedeuten; wir müssen mit unserem definitiven Urtheile wohl bis zu dem Bekanntwerden weiterer Erfahrungen zurückhalten.

Ein zusammenfassender Ueberblick über den Verlauf der Hinterwurzeln lässt sich also im Folgenden geben. Sie betreten das Rückenmark, ein kleiner Theil zieht unter Umbiegung in der Längsrichtung bis in die Hinterstrangkerne des verlängerten Markes hinauf, der übrige Abschnitt dringt sogleich oder nach kürzerem oder längerem auf- und absteigendem Lauf in die graue Substanz ein; die hiehergehörigen Fasern verbinden sich zum Theil mit den Zellen der Clarke'schen Säulen, zum Theil zerstreuen sie sich über alle Theile der grauen Substanz, ohne hiebei eine directe celluläre Endigung deutlich zur Schau zu tragen. Eine solche Endigung ist auch angesichts der von His entdeckten Thatsache, derzufolge die sensiblen Fasern als centrale Ausläufer der Spinalganglienzellen ins Mark hineinwachsen, von vornherein unwahrscheinlich; die Achsencylinder derselben müssten sich secundär mit den hier befindlichen Zellen verbinden, was nicht sehr plausibel erscheint. Eine Verbindung mit den Clarke'schen Zellen giebt indess auch His zu.

Auch Golgi's (14), Ramón y Cayal's (36, p. 90) und Nansen's (Myxine) (34, p. 152) Untersuchungen ergeben eine freie Endigung der sensiblen Fasern innerhalb der grauen Substanz des Rückenmarkes, wobei diese Forscher selbst die Clarke'schen Säulen als Endigungskerne derselben nicht zugeben.

Einige zumal ältere Forscher haben freilich mit grosser Bestimmtheit eine Endigung in Zellen, besonders

bei niederen Wirbelthieren, beschrieben, so z. B. Kutschin (24) und Freud (11) in den „Hinterzellen“ des Rückenmarkes von Petromyzon, Klaussner ein ähnliches Verhalten bei Proteus, doch sind diese und ähnliche Beobachtungen mit grosser Vorsicht aufzunehmen. Es ist ein althergebrachter Leichtsinn (*sit venio verbo!*) in der Anatomie der nervösen Centralorgane, die Verbindung zwischen Zellen und Fasern mit einer Sicherheit zu proclamiren, die angesichts der grossen Schwierigkeiten, denen die Bestimmung eines solchen Zusammenhanges unterliegt, durchaus unzulässig ist.

Wenngleich also eine freie Endigung bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse auch die meiste Wahrscheinlichkeit für sich hat, so sind die bisher vorliegenden Erfahrungen noch immer nicht zureichend, um eine gesicherte Entscheidung in welchem Sinne immer zu gestatten; allein von vornherein müssen wir uns klar sein, dass der Frage, ob eine celluläre oder freie Endigung die Norm ist, in physiologischer Beziehung nicht die ihr vielfach beigelegte Wichtigkeit zukommt. Die feinen Endtheile der in die graue Substanz eingetretenen Wurzelfasern mischen sich jenem dichten Nervenetz bei, das sich über die ganze graue Substanz und zumal über die Vorderhörner verbreitet und hauptsächlich aus den Dendritenfortsätzen der hier befindlichen Nervenzellen hervorgeht. Wenn nun aber diese fein verästelten Ausläufer einerseits untereinander, andererseits mit den sensiblen Fasern eng ineinander greifen und sich zu einem dichten Netzwerke verflechten, wie das in der That der Fall ist, so ist im Sinne der Leitung meiner Ueberzeugung nach dasselbe erreicht, als wenn ein continuirlicher Uebergang zwischen diesen Elementen vorhanden wäre. Forel erinnert mit Recht daran (10, p. 165), dass auch Nervenendplatte und Muskelsubstanz

miteinander nicht eigentlich verwachsen seien, sondern dass auch hier nur eine Berührung stattfindet, die aber zur Uebertragung von Reizen völlig genüge. Der Begriff der sensiblen Kerne, wie wir ihnen im Bereich des verlängerten Markes begegnen, ist bei der Annahme einer freien Endigung der sensiblen Wurzeln durchaus nicht aufzugeben: Letztere suchen innerhalb der oblongata distincte Zellengruppen auf, zwischen deren Elementen sie sich zu vertheilen haben und auf die sie die von ihnen geleitete sensible Erregung per contiguitatem direct übertragen können. Worauf wir aber unter allen Umständen bedacht sein müssen, ist: unbefangene anatomische Beobachtung, die von vorgefassten physiologischen Meinungen und Theorien unbeeinflusst, ohne Rücksicht auf die sog. „Postulate der Physiologie“ ihre Wege schreitet!

Citirte Literatur.

1. Dr. L. Auerbach, Bemerkungen in Bezug auf die „Fortsetzung der hinteren Rückenmarkswurzeln zum Gehirn“ (L. Edinger). Anat. Anzeiger, 1889, p. 407.
2. Barth, Ueber secundäre Degeneration des Rückenmarkes. Archiv f. Heilkunde, 1869, p. 433.
3. W. Bechterew, Ueber die Bestandtheile der Hinterstränge des Rückenmarkes, auf Grund der Untersuchung ihrer Entwicklung. Neurol. Centralblatt, 1885, N^{ro} 2, p. 31.
4. — Ueber die hinteren Nervenwurzeln, ihre Endigung in der grauen Substanz des Rückenmarkes und ihre centrale Fortsetzung im letzteren. Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abth. 1887, p. 126.
5. A. Borgherini, Beiträge zur Kenntniss der Leitungsbahnen im Rückenmark. Mittheilungen aus dem Institut f. allgem. u. exper. Pathologie in Wien, 1886, I.

6. Bouchard, Des dégénérationes secondaires de la moëlle épinière. Archives générales de médecine, 1866, Bd. I, pp. 272, 441, 561 und Bd. II, p. 273.
7. Dr. L. Edinger, Zwölf Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane für Aerzte und Studirende. 2. Aufl. Leipzig, 1889.
8. — Ueber die Fortsetzung der hinteren Rückenmarkswurzeln zum Gehirn. Anat. Anzeiger, 1889, p. 121.
9. Dr. P. Flechsig, Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen. Leipzig, 1878.
10. A. Forel, Einige hirnanatomische Betrachtungen. Archiv f. Psychiatrie, 1887, Bd. 18, p. 162.
11. S. Freud, Ueber den Ursprung der hinteren Nervenwurzeln im Rückenmark von Ammocoetes (Petromyzon Planeri), Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1877. Bd. 75, Abth. 3, p. 15.
12. — Ueber Spinalganglien und Rückenmark des Petromyzen. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1878, Bd. 77, Abth. 3, p. 81.
13. J. Gerlach, Von dem Rückenmark. Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig, 1872, p. 665.
14. C. Golgi, Sulla fina anatomia degli organi centrali del sistema nervoso. Milano, 1866.
15. W. His, Die Entwicklung der ersten Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. Uebersichtliche Darstellung. Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abth. 1887, p. 368.
16. E. Hofrichter, Ueber aufsteigende Degeneration des Rückenmarkes auf Grundlage pathologisch-anatomischer Untersuchung. Inaugural-Dissertation. Jena, 1883.
17. E. A. Homén, Experimenteller Beitrag zur Pathologie und pathologischen Anatomie des Rückenmarkes, speciell mit Hinsicht auf die secundäre Degeneration. Fortschritte d. Medizin, 1885, N^{ro} 3.
18. O. Kahler, Ueber die Veränderungen, welche sich im Rückenmarke in Folge einer geringgradigen Compression entwickeln. Zeitschrift f. Heilkunde, 1882, Bd. 3, p. 187.

19. O. Kahler, Das Centralorgan, in: Dr. K. Toldt, Lehrbuch der Gewebelehre, 3. Auflage, Stuttgart, 1888, p. 127.
20. Kahler und Pick, Weitere Beiträge zur Pathologie und path. Anat. des Centralnervensystems. Archiv f. Psychiatrie, 1880, Bd. 10, p. 179.
21. — Zeitschrift für Heilkunde, 1881, Bd. 2, p. 317.
22. A. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 5. Auflage, Leipzig, 1867.
23. W. Krause, Allgemeine und mikroskopische Anatomie. Hannover, 1876.
24. Kutschin, in L. Stieda, Referate aus der russischen Literatur. Archiv f. mikrosk. Anat., 1866, Bd. 2, p. 525.
25. C. Lange, Ueber die Leitungsverhältnisse in den hinteren Rückenmarkssträngen nebst Bemerkungen über die Pathologie der Tabes dorsualis. Nord. med. ark., 1872, Bd. 4, N^{ro} 11, p. 1.
26. Dr. M. v. Lenhossék, Untersuchungen über die Spinalganglien des Frosches. Archiv f. mikrosk. Anat., 1886, Bd. 26, p. 370.
27. — Untersuchungen über die Entwicklung der Markscheiden und den Faserverlauf im Rückenmark der Maus. Archiv f. mikrosk. Anat., 1889, Bd. 33, p. 98.
28. — Ueber den Verlauf der Hinterwurzeln im Rückenmark. Archiv f. mikrosk. Anat., 1889, Bd. 34, p. 157.
29. H. Lissauer, Ueber Veränderungen der Clarke'schen Säulen bei Tabes dorsalis. Fortschritte der Medizin, 1884, p. 113.
30. — Beiträge zum Faserverlauf im Hinterhorn des menschlichen Rückenmarks und zum Verhalten desselben bei Tabes dorsualis. Archiv f. Psychiatrie, 1886, Bd. 17, p. 377.
31. N. Löwenthal, Dégénération secondaires ascendantes dans le bulbe rachidien, dans le pont et dans l'étage supérieur de l'isthme. Revue médicale de la Suisse romande, 1885, p. 572.
32. — Contribution expérimentelle à l'étude des atrophies secondaires du cordon postérieur et de la colonne de Clarke. Recueil zool. suisse, 1888, Bd. 4, p. 112.

33. W. Müller, Beiträge zur pathologischen Anatomie und Physiologie des menschlichen Rückenmarkes, Leipzig, 1871.
34. Fridtjof Nansen, The structur and combination of the Histological Elements of the Central Nervous System. Bergens Museums Aarsberetning, Bergen, 1886, p. 29.
35. H. Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. Leipzig und Wien, 1888.
36. S. Ramón y Cayal, Contribuzion al estudio de la estructura de la medula espinal. Revista trimestral de Histologia normal y patológica, 1889, p. 90. — S. auch: Sur l'origine et les ramifications des fibres nerveuses de la moëlle embryonnaire. Anat. Anz., 1890, p. 85.
37. G. Rattone, Sur l'existence de cellules ganglionnaires dans les racines postérieures des nerfs rachidiens de l'homme. Internationale Monatschrift f. Anat. u. Histologie, 1884, Bd. 1, p. 53.
38. G. Rossolymo, Zur Frage über den weiteren Verlauf der Hinterwurzelfasern im Rückenmarke. Neurolog. Centralblatt, 1886, p. 391.
39. Dr. P. Schiefferdecker, Ueber Regeneration, Degeneration und Architectur des Rückenmarks. Virchow's Archiv, 1876, Bd. 67, p. 542.
40. Prof. Schultze, Beitrag zur Lehre von der secundären Degeneration im Rückenmarke des Menschen nebst Bemerkungen über die Anatomie der Tabes. Archiv f. Psychiatrie, 1883, Bd. 14, p. 359.
41. Schüppel, Ein Fall von allgemeiner Anaesthesie. Archiv f. Heilkunde, 1874, p. 44.
42. G. Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie. Erlangen, 1881.
43. Singer, Ueber secundäre Degeneration im Rückenmarke des Hundes. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1881, Bd. 84, Abth. 3, p. 390.
44. Dr. L. Stieda, Studien über das centrale Nervensystem der Wirbelthiere. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, 1870, Bd. 20, p. 273.
45. A. Strümpell, Beiträge zur Pathologie des Rückenmarkes. Archiv f. Psychiatrie, 1880, Bd. 10, p. 676.

46. A. Strümpell, Beiträge zur Pathologie des Rückenmarkes. Archiv für Psychiatrie, 1882, Bd. 12, p. 723.
47. Dr. A. Takács, Ueber den Verlauf der hinteren Wurzelfasern im Rückenmarke. Neurolog. Centralblatt, 1887, p. 7.
48. L. Türck, Ueber secundäre Erkrankung einzelner Rückenmarksstränge und ihrer Fortsetzung zum Gehirn. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1851, Bd. 11, p. 93.
49. W. Waldeyer, Das Gorilla-Rückenmark. Abhandl. d. königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1888, p. 1—147.
50. C. Westphal, Ueber eine Combination von secundärer, durch Compression bedingter Degeneration des Rückenmarks mit multiplen Degenerationsherden. Archiv f. Psychiatrie, 1880, Bd. 10, p. 788.
51. — Anatomischer Befund bei einseitigem Kniephänomen. Archiv f. Psychiatrie, 1887, Bd. 18, p. 628.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [9_1893](#)

Autor(en)/Author(s): Lenhossek (Lenhossék) Michael von

Artikel/Article: [Hinterwurzeln und Hinterstränge 86-123](#)